Untersuchungen

über die

Ursache der Kleemüdigkeit

mit besonderer Berücksichtigung

der

Kleemüdigkeit der Wingendorfer Aecker.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde der hohen philosophischen Facultät der Universität Freiburg im Breisgau

vorgelegt von

Victor Kutzleb

aus Struppen.

Dresden,

G. Schönfeld's Verlagsbuchhandlung.

1882.

Seinem lieben Schwager

dem Königlich Sächsischen Bezirksschulinspector

Herrn Dr. phil. Emil Kühn

gewidmet

vom

Verfasser.

I.

Ueber den Zeitpunkt der Einführung des Kleebaues in Deutschland fehlen uns zuverlässige Daten. Als das Land, in welchem diese zuerst erfolgte und von welchem aus sich der Anbau des Klees weiter nach Deutschland hinein verbreitete, können wir dagegen mit ziemlich großer Sicherheit die Pfalz nennen.*) Die Kenntniß des Kleebaues daselbst ist wohl in erster Linie auf die Nähe der Niederlande zurückzuführen, wo derselbe schon zeitig große Bedeutung für die Landwirthschaft erlangt hatte, dann mögen aber auch hierzu nicht unwesentlich in die Pfalz eingewanderte niederländische Emigranten, meist Reformirte und Mennoniten, beigetragen haben, Mitglieder von religiösen Sekten also, bei denen der Ackerbau in hoher Blüthe und Achtung stand. Da die Einwanderung der ersteren schon in den Jahren 1561—75—79, die der letzteren aber von 1650—1680 stattfand, ist es einigermaßen befremdlich, daß die ersten sicheren Nachrichten über den Kleebau in der Pfalz nicht weiter als bis zum Jahre 1752 zurückreichen. Seine allgemeinere Verbreitung daselbst fällt jedoch erst in spätere Jahre und wurde erheblich durch den Umstand unterstützt, daß der Klee 1774 vom Zehent befreit wurde, nachdem schon vorher mehrere Edicte zur Beschränkung der Hutungsrechte auf mit Klee besäetem Lande erlassen worden waren. Eine ähnliche Förderung fand der Kleebau durch die Agrargesetzgebung in Württemberg, Hessen-Darmstadt und Baden ungefähr zu gleicher Zeit, während in Bayern der Klee erst im Jahre 1793 für zehentfrei erklärt wurde.

Man baute damals den Klee meist in besonderen Koppeln; da aber die Erfahrung bald lehrte, daß die Kleestöcke in der Regel nach 2—4 Jahren ausgingen oder doch wenigstens keinen geschlossenen Stand mehr bildeten,

*) Fraas, Geschichte der Landwirthschaft, Prag 1852, S. 481 u. f.

so mußten besondere Maßnahmen angewandt werden, um diese beständigen Kleefelder auf gleicher Ertragshöhe zu erhalten. Man säete daher entweder alljährlich zwischen Michaelis und Martini vor dem Bedecken mit Dünger während des Winters ein je nach dem Stande des Klees abgemessenes Quantum Samen oben auf,*) oder es wurden beständige Kleestücke nach der von Reinhard**) vorgeschlagenen Weise angelegt, deren Betrieb aus folgendem Schema erhellt:

1787.	Kartoffeln,			
1788.	Klee,	Kartoffeln,		
1789.	Klee,	Klee,	Kartoffeln,	
1790.	Klee,	Klee,	Klee,	Kartoffeln,
1791.	Kartoffeln,	Klee,	Klee,	Klee,
1792.	Klee,	Kartoffeln,	Klee,	Klee,
1793.	Klee,	Klee,	Kartoffeln,	Klee,
1794.	Klee,	Klee,	Klee,	Kartoffeln,
1795.	Kartoffeln.	Klee.	Klee.	Klee.

Das Feld wurde sonach in vier Theile getheilt; nur drei derselben trugen Klee und nach dreijähriger Nutzung folgt regelmäßig die Kartoffel als Zwischenfrucht. Aber auch so mußten die Nachtheile eines zu gehäuften Anbaues sich geltend machen.

Größere Sicherheit des Gedeihens und dadurch allgemeinere Bedeutung für die gesammte deutsche Landwirthschaft gewann daher der Kleebau erst von der Zeit an, in welcher er in die regelmäßige Fruchtfolge aufgenommen wurde. Fand dies auch in einzelnen Gegenden Deutschlands schon ziemlich früh in der Weise statt, daß man den Klee als Brachfrucht anbaute, wie aus einer Kurf. bayr. Verordnung von 1762 hervorgeht,***) so ist doch die größere Ausbreitung einer rationelleren Cultur desselben wesentlich das Verdienst Johann Christian Schubarts, Edler von Kleefeld.†)

*) Nachrichten der braunschw.-lüneb. Landwirthschaftsgesellschaft. II. Bd. S. 336, Zelle 1772, citirt aus Krünitz, Oekonomische Encyklopädie, Brünn 1790, Band 39, S. 427.

**) Reinhard, Vermischte Schriften. III. Stück, Frankfurt und Leipzig 1761, S. 340 u. f., citirt aus Krünitz, Oekon. Encyklop. Band 39, S. 427.

***) Fraas, a. a. O. S. 480.

†) Biographie und Verdienste Johann Christian Schubart Edler von Kleefeld, Archiv der deutschen Landwirthschaft. Neue Folge, siebenter Jahrgang, I. Band 1842, S. 257 u. f.

Am 24. Februar 1734 zu Zeitz in Sachsen geboren, widmete sich derselbe nach einem sehr bewegten Leben von 1771 an der Bewirthschaftung des ihm gehörigen Guts Würchwitz im Stifte Zeitz, „welches in der Folge die Quelle wurde, woraus Ruhm, Ansehen, Bewunderung, Belohnung und die Unsterblichkeit dieses merkwürdigen Mannes floß.“ Auf Veranlassung des Professors Leske in Leipzig trat er 1781 zuerst als ökonomischer Schriftsteller im „Leipziger Magazin zur Naturkunde und Oekonomie“ auf, und als zu dieser Zeit die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin die Preisaufgabe gestellt hatte: „Die verschiedenen Eigenschaften und der vortheilhafteste Anbau der Futterkräuter“, schickte er eine von seinen Freunden ihm gleichsam abgenöthigte Beantwortung der Frage ein, welcher die goldene Preismedaille im Werthe von 50 Ducaten zuerkannt wurde. 1783 folgten jener Preisschrift, die er unter dem Titel „Zuruf an alle Bauern, die an Futtermangel leiden“ mehrere tausend Mal drucken und unentgeltlich vertheilen ließ, seine ökonomisch-kameralistischen Schriften. 1786 erhielt er vom Kaiser Joseph II. den Antrag, sich in Oesterreich niederzulassen, um die Direction der Kaiserlichen Domänen zu übernehmen. Vor seiner Uebersiedelung ereilte ihn jedoch am 23. April 1787 der Tod.

Schubart war nach der Veröffentlichung jenes „Zurufs“ vielfachen Anfeindungen ausgesetzt. Einerseits waren es namentlich die größeren Grundbesitzer, die ihn wegen der genannten Schrift der Aufwiegelung der Bauern gegen ihre Gutsherren und den Staat beschuldigten, andererseits hatte er den Neid und die Mißgunst wegen der fast allgemeinen Anerkennung, die seine Bestrebungen gefunden, vielfach gegen sich erregt. Zu der Anfeindung seiner Person trat auch bald die seines Systems und letztere war in der That bis zu einem gewissen Grade berechtigt. Er hatte empfohlen, den Klee alle 3 Jahre zu bauen, bald aber zeigte es sich, daß dieser Zeitraum für die Wiederkehr des Klees noch zu kurz bemessen war. Dazu kam, daß auf den Anbau anderer Futterpflanzen dabei zu wenig Werth gelegt worden war. Wenn nun der Klee infolge Erfrierens oder zu großer Trockenheit u. s. w. mißrieth, trat in den Wirthschaften, die sein System, mit welchem die Stallfütterung des bedeutend vermehrten Rindviehbestandes eng zusammenhing, eingeführt hatten, zuweilen große Futternoth ein. Später hatte er zwar den Anbau des Klees nur noch nach Ablauf von 6, 7, 8 und mehr Jahren auf demselben Acker für zweckmäßig erklärt und auch den Anbau

von Kartoffeln, Rüben, Kraut u. s. w. empfohlen, allein das Vertrauen zu einer Lehre konnte nicht wieder völlig hergestellt werden. Hierzu trugen ferner auch die Mißerfolge bei, welche sein erster Nachfolger im ausgedehnten Kleeanbau, der Oberamtmann Holzhausen auf der Herzoglich Dessauischen Domäne Gröbzig erzielte.*) Nichts destoweniger wurden die Schubart'schen Fruchtfolgearten in einigen Gegenden noch im Jahre 1830 mit bestem Erfolge angewandt,**) obgleich ein gehässiger Anonymus schon 1803 behauptet hatte, „mit Schubart von Kleefeld starb auch sein System.“***) Jedenfalls kann Schubart von Kleefeld der Ruhm, der Vorgänger Thaer's, des großen Reformators der deutschen Landwirthschaft, gewesen zu sein, nicht abgesprochen werden, und auch für die von diesem bewirkte Verbreitung der Fruchtwechselwirthschaft war es von außerordentlicher Bedeutung, daß schon so zahlreiche werthvolle Erfahrungen über den Kleebau gesammelt worden waren. Es ist hier nicht der Ort, auf die Vorzüge dieses Wirthschaftssystems und dessen günstigen Einfluß auf die gesammten Betriebsverhältnisse näher einzugehen, es mag nur hervorgehoben werden, daß dasselbe die gleichmäßig gute Fütterung des Viehstandes auch in Gegenden ermöglicht, welche nicht durch besonders ausgedehnte ertragreiche natürliche Wiesen oder durch ein dem Graswuchs besonders zusagendes Klima ausgezeichnet sind. „Ein rationeller Betrieb der Viehzucht aber ist die Grundlage für das Gedeihen des Ackerbaues und für die Rentabilität des gesammten Wirthschaftsbetriebes.“†) — Namentlich wichtig ist der Anbau der Futterpflanzen auch für die höheren Gebirgslagen. Das wurde schon frühzeitig erkannt und fand z. B. exacten Ausdruck in einem Berichte über den Flachsbau im Erzgebirge (Archiv der Landwirthschaft 1830, I. S. 231), in welchem es heißt, der Bauer müsse nebenbei sein hauptsächlichstes Augenmerk auf die Viehzucht und zwar, der örtlichen Verhältnisse wegen, fast ausschließlich nur auf die Rind-

---

*) Archiv der deutschen Landwirthschaft 1830, II. Band, S. 107.

**) Archiv der deutschen Landwirthschaft 1830, Bd. II, S. 107.
Walz, Landw. Betriebslehre, II. Aufl., 1878. S. 490.

***) Versuch einer Geschichte des Kleebaues und des Schubart'schen Systems. Ein Fragment, Landwirthschaftl. Zeitung 1803, Nr. 43 S. 353 u. f.

†) Jul. Kühn, die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes, 8. Aufl. Dresden 1881, S. 1.

viehzucht verwenden und zu diesem Behufe dem Futterbau eine angemessene Ausdehnung geben. Dies findet denn auch thatsächlich statt, wie aus den Angaben Sieber's über die Anbauverhältnisse der landwirthschaftlich wichtigen Pflanzen im Königreich Sachsen erhellt.*) Es wurden nach diesen im Jahre 1876 von 100 ha Ackerland verwandt in der

	Höhe über der Ostsee. m	Getreide und Hülsenfrüchte.	Handels-gewächse.	Hackfrüchte.	Futter-gewächse.
Amtshauptmannschaft Freiberg . .	499,8	54,98	2,93	18,34	23,75
„ Marienberg	536,4	43,11	1,90	18,75	36,24
„ Annaberg .	649,2	43,50	2,30	18,70	35,50
Im ganzen Lande dagegen	308,1	64,73	1,17	18,67	15,43

Aus der Vergleichung dieser Zahlen ergiebt sich, daß in der That in den Bezirken mit höherer Lage dem Futterbau eine größere Fläche eingeräumt wird, als durchschnittlich im ganzen Lande.

Die werthvollste Pflanze für Futtergewinnung auf dem Felde ist nun aber der Rothklee. Er gedeiht im rauheren Klima wie im gemäßigten und milden, im Gebirge wie in der Ebene und bewahrt vermöge seiner tief in den Boden dringenden Wurzeln volle Nutzbarkeit auch auf einem trockenerem Boden. Er gewährt hier, wo flach wurzelnde, grasartige Futterpflanzen in ihrem Productionsvermögen erheblich zurückgehen, noch sehr günstige Erträge, ohne an Boden und Cultur so hohe Anforderungen zu stellen, wie die Luzerne. Von dieser weicht er noch dadurch ab, daß er das Land weniger lange einnimmt und infolge dessen für das Fruchtwechselsystem eine um so größere Bedeutung gewinnt, als er eine vorzügliche Vorfrucht für darauf folgendes Wintergetreide ist. Hierzu tritt eine weitere Eigenthümlichkeit, die ihm einen besonderen wirthschaftlichen Werth giebt. — Mit der Fruchtwechselwirthschaft ist in der Regel die ausschließliche Stallfütterung des Rindviehes verbunden, welche die Production von Mähefutter fordert. Specifische Weidepflanzen, z. B. die meisten Gräser

*) Sieber. Zur Anbau- und Erntestatistik des Königreichs Sachsen, Dresden (ohne Jahreszahl).

und der Weißklee, geben bei der öfteren Abnutzung, wie sie bei der Weide stattfindet, ungleich höhere Erträge als bei selteneren Abmähen. Der Rothklee verhält sich umgekehrt, er giebt gerade seine höchsten Erträge, wenn er nicht beweidet, sondern in wenigen Schnitten genutzt wird; er ist daher eine der vorzüglichsten Mähepflanzen und zur Stütze der Stallfütterung besonders geeignet. Dieses Verhalten des Rothklees ist schon lange bekannt.*) Exacten Aufschluß darüber geben namentlich die vergleichenden Versuche Völker's, welcher folgende Resultate (auf 1 ha berechnet) erhielt.**)

Wie oft gemäht.	Tag des ersten Schnitts.	Heuertrag aller Schnitte kg	Proteinstoffe kg	Stickstofffreie Stoffe kg	Mineralstoffe kg
6 Mal	15. April	3462	440	1868	304
5 Mal	28. April	3988	530	2432	364
4 Mal	12. Mai	5188	640	3280	610
3 Mal	26. Mai	7000	670	4368	476
3 Mal	2. Juni	7424	580	5128	558
2 Mal	9. Juni	8120	600	5688	520
2 Mal	16. Juni	9512	880	6452	590
1 Mal	23. Juni	8216	636	5696	528
1 Mal	30. Juni	8196	556	5794	476
1 Mal	7. Juli	7510	488	5328	438
1 Mal	14. Juli	7774	420	5588	468
1 Mal	21. Juli	6758	338	4958	334

Aehnliche Resultate hatten schon vor Völker Stöckhardt und Ockel erhalten, wie folgende Tabelle zeigt.***)

*) „Durch zu frühes Schneiden des Klees schadet man sich noch mehr, als durch zu spätes Abschneiden des Klees nach Casparischer Vermuthung, deren Richtigkeit auch nur bedingt durch Witterung und Boden einleuchtet." Allgem. landw. Ztg. auf das Jahr 1837 S. 224.

**) Werner, Handbuch des Futterbaues auf dem Ackerlande. Berlin 1875. S. 350.

***) Zeitschrift für deutsche Landwirthe, 1856, S. 206.

	Vom 29. Mai bis 24. August 6 Mal geschnitten und abgerupft (um das Beweiden nachzuahmen). ℔. pro Morgen.	I. Schnitt bei Beginn der Blüthe am 15. Juni. II. Schnitt am 24. August. ℔. pro Morgen.	I. Schnitt in voller Blüthe am 7. Juli. II. Schnitt am 24. August. ℔. pro Morgen.
Lufttrockene Futtermasse . .	3420	6300	6750
Völlig trockene Erntemasse .	2924	5430	5811
Proteinstoffe	615	841	762
Stickstofffreie Nährstoffe . .	1291	2389	2623
Unlösliche Pflanzenfaser . .	637	1662	1954

Spätere Untersuchungen von Weiske*) führten zu gleichen Ergebnissen.

Erhellt nun aus dem Angeführten, daß der Rothklee für diejenigen Gegenden Deutschlands, welche ein nicht den Graswuchs besonders förderndes Klima und mittlere Bodenbeschaffenheit haben, diejenige Pflanze ist, welche in erster Linie die Stallfütterung stützt,**) so ist es um so mehr bedauerlich, daß der Anbau des Klees in vielen Oertlichkeiten bedeutend weniger sicher geworden ist. Klagen dieser Art hörte man schon kurze Zeit nach der allgemeinen Einführung des Kleebaues und je mehr man den Werth dieser Futterpflanze erkannt hatte, um so näher lag es, nach der Ursache zu forschen, welche die Verminderung des Ertrages veranlaßt. Man glaubte denn auch, wenn gleich dies nicht ohne Widerspruch blieb, die Ursache der Verminderung der Kleeerträge darin gefunden zu haben, daß der Klee das Land aussauge. So schrieb ein Landwirth im leipz. Int.-Bl. v. J. 1784 Nr. 20, S. 173: „Wer da glaubt, daß der Klee das Land nicht aussauge, vielmehr zu Gartenland machet, irret sehr",

*) Weiske, Beiträge zur Frage über Weidewirthschaft und Stallfütterung. 1871.

**) Im preußischen Staate betrug z. B. 1878 die mit Klee bestellte Fläche 1 185 571,8 ha, und zwar 1 168 196,3 ha als Hauptnutzung der Aecker, 17 375 ha als Neben-, Vor-, Nach-, Stoppelfrucht (Landw. Jahrbücher 1880, Bd. VIII. Suppl. II. S. 606. 608). Im deutschen Reich (ausschließlich des Fürstenthums Lippe) waren 1878 1 860 834,0 ha mit Klee als Hauptfrucht und 58 436,2 ha mit Klee als Neben-, Vor- Nach-, Stoppelfrucht bestellt. (Die Bodencultur des Deutsches Reichs. Herausgegeben vom Kaiserlichen Statistischen Amt. Berlin 1881 S. VII.)

und in Nr. 38 desselben Jahrgangs S. 317 u. f. fügt Germershausen in Bezug auf ersteren Artikel hinzu: „Noch muß ich mich erklären, was das sagen soll: ein Land wird ausgesogen. Es ist eben soviel, als: es wird entkräftet. Und woran wird dies erkannt? Wenn der Acker eine geringere Ernte abwirft, die in Ansehung der Ergiebigkeit derjenigen nicht beikömmt, die von Aeckern des nämlichen Feldes und gleicher Cultur erlangt werden."*) Wo nun der Klee nicht mehr genügende Erträge geben will, sagt er ferner, sei es nothwendig, „nach der Beschaffenheit des Bodens einzusehen, ob nicht die Aecker schon durch eine der vorangegangenen Feldfrüchte bereits ausgesogen gewesen."**) Germershausen empfiehlt sodann Mischsaaten: „Wir gehen, sagt er, immer sicherer, wenn wir wenigstens Gräser dem Klee beimischen", und „wenn Oerter sind, welche mit gutem Grunde über den Klee klagen müssen, daß ihre Aecker von selbigem, aber nicht vom Rocken, ausgesogen werden, so haben sie hiervon schon den Beweis zum Voraus in Händen, daß die Gräser ihre Aecker ebenso wenig aussaugen können, weil Rocken und Weizen nebst andern gewöhnlichen Getreidearten im eigentlichen botanischen Verstande auch nur Gräser, und keine Kräuter, sind."***) Schon damals hatte man erkannt, daß der Klee seine Nährstoffe zu einem großen Theil dem Untergrunde entnimmt, während das mit eingesäete Raygras in erster Linie die obere Schicht des Bodens erschöpft, so daß Kleegras-Gemenge für Roggen eine schlechtere Vorfrucht sei als Klee allein.†) Ueber die Stoffe jedoch, an welchen der Klee das Land aussauge, konnte man bei dem damaligen Stand der Wissenschaft noch keinen genügenden Aufschluß erlangen, und es ist daher nicht auffällig, daß man z. B. auch Mangel an Kohlenstoff als Ursache des Mißrathens des Klees annahm.††) Erst später lernte man erkennen, daß ein Boden unfruchtbar ist, wenn es ihm an gewissen Bestandtheilen fehlt, welche sich in den Pflanzenaschen regelmäßig finden.

Wichtige Anhaltspunkte hatten in dieser Beziehung namentlich die zahlreichen Arbeiten Sprengel's ergeben, aber volle Klarheit hierüber

*) Krünitz, Oekon. Encyklopädie. 39. Band S. 526.

**) a. a. O. S. 528.

***) a. a. O. S. 531.

†) a. a. O. S. 463.

††) Wiegleb, Von den alkalischen Salzen, Berlin 1801, S. 76, citirt aus Weber, Theoretisch-praktisches Handbuch des gesammten Futterbaues, Leipzig 1815, S. 305

verdanken wir erst Justus von Liebig. „So hoch wir auch die Forschungen seiner Vorgänger, eines Saussure, Sprengel u. A. in dieser Richtung stellen, so sehr wir auch anerkennen, daß schon vor Liebig Bestrebungen aufgetreten sind, um die Wichtigkeit der unorganischen Bestandtheile des Bodens für die Ernährung der Gewächse im Allgemeinen und der einzelnen Stoffe für die verschiedenen Arten der Kulturpflanzen, für die verschiedenen Organe der Pflanze nachzuweisen — so viel bleibt gewiß feststehen, — Liebig war der erste, welcher den innigen Zusammenhang der Pflanzenaschen mit den Mineralbestandtheilen des Bodens richtig erkannt und mit lebhafter Energie auf das Entschiedenste hervorgehoben hat."*) Liebig wird daher mit Recht als der Schöpfer der neueren Theorie des Ackerbaues gepriesen. Weit mehr als irgend einer seiner Zeitgenossen erkannte er die ungeheure Tragweite der gefundenen Gesetze; und so wenig Beachtung die Sprengel'schen Arbeiten gefunden hatten, so zündend wirkte das Wort des genialen Mannes. Das Erscheinen seines Werkes „die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie" im Jahre 1840 inaugurirte eine neue Epoche der Theorie der Pflanzenernährung, und Liebig wurde so der Begründer der modernen Agriculturchemie. Der Macht seines beredten Wortes, seiner überzeugenden Sprache gelang es bald, seiner Theorie Verbreitung zu verschaffen, und so wurde auch seine Erklärung der Kleemüdigkeit durch Erschöpfung des Bodens und speziell des Untergrundes an gewissen Mineralstoffen bald allgemein als richtig anerkannt. Er sagt: „Die Pflanzen (so berichten die Herren Lawes und Gilbert über ihre Versuche) standen ziemlich gut während des Winters, mit dem fortschreitenden Frühling starben sie aber ab. Ueber den Grund des Absterbens kann man keinen Augenblick in Zweifel sein, der erschöpfte Untergrund hatte von den verlorenen Bedingungen nichts wieder empfangen, und die Pflanzen verhungerten, so bald sie die Ackerkrume durchsetzt hatten und ihre Wurzeln in den Untergrund sich zu verbreiten begannen."**)

Die Symptome der Kleemüdigkeit sind die von Lawes und Gilbert

---

*) Vogel, Justus Freiherr von Liebig. Eine Denkschrift, München 1874. S. 15.

**) Justus v. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. II. Theil. Die Naturgesetze des Feldbaues. VII. Auflage. 1862 S. 167 u. f.

kurz charakterisirten: die Pflanzen gehen ein, ohne daß eine augenfällige Veranlassung zu erkennen ist.

Neuere Untersuchungen haben nun aber gezeigt, daß ein solches Absterben der Kleepflanzen durch mannigfache Ursachen bedingt sein kann. Nicht überall dort, wo man von Kleemüdigkeit spricht, ist der Acker wirklich müde geworden, Klee zu tragen; es kann insbesondere sein Ausgehen durch krankmachende Einflüsse parasitischer und doch so verborgener Natur veranlaßt sein, daß sie sich der Wahrnehmung mit bloßem Auge entziehen. Hierauf machte bereits Julius Kühn im Jahre 1869 (Landwirthsch. Wochenblatt des K. K. Ackerbauministeriums, Jahrg. 1 Nr. 1 und 2) aufmerksam. Er zeigte, daß verborgene thierische und pflanzliche Schmarotzer dem Rothklee verderblich werden können. Zu den ersteren zählen mikroskopisch kleine Würmchen, zu den Anguillulen gehörig, das Stockälchen Tylenchus devastatrix Kühn und das Luzernälchen Tyl. Havensteinii Kühn.*) Bei dem Auftreten dieser Parasiten entwickelt sich der Klee nicht normal, die Triebe sind mehr oder weniger verkürzt, oft ganz verkümmert und endlich sterben sie völlig ab. Die anfangs noch frisch und fest erscheinende Wurzel wird dann zäh, welk und trocken; der oberirdische Theil der Pflanze trennt sich leicht von ihr, wenn man sie aus dem Boden herausziehen will. Meist kommen diese Erscheinungen zunächst nur an einzelnen Stellen des Feldes vor, diese nehmen aber mehr und mehr an Ausdehnung zu, so daß im weiteren Verlaufe dann das ganze Feld kleemüde zu sein scheint. Das bloße Auge läßt die Ursache der Erscheinung nicht erkennen, erst die mikrokospische Untersuchung zeigt die Anwesenheit zahlreicher Würmchen in den Gewebtheilen der heimgesuchten Pflanzen.

Eine andere Form der Erkrankung veranlaßt die Peziza cibo-

---

*) Jul. Kühn, Krankheiten der Kulturgewächse, II. Auflage. Berlin 1859. S. 181 u. f.

Jul. Kühn, Ueber zwei wenig gekannte Krankheiten des Rothklees. Landwirthsch. Wochenblatt des K. K. Ackerbauministeriums 1869. Nr. 1 und 2.

Jul. Kühn, Ueber die Wurmkrankheit des Roggens und über die Uebereinstimmung der Anguillulen des Roggens mit denen der Weberkarde. Sep.-Abdr. aus den Sitzungsberichten der naturforschenden Gesellschaft f. 1868. Halle 1869. Schmidt.

Jul. Kühn, Fühlings landw. Zeitung 1881. Aprilheft S. 205.

A. Karmrodt, Ueber eine Krankheit des Roggens und des Klees. Zeitschrift des landw. Vereins für Rheinpreußen 1867. S. 251 u. f.

Ferd. Cohn, Landwirth 1870. Nr. 55. Vergl. auch landw. Centralblatt. XVIII. Jahrgang 1870. II. Band S. 235 u. f.

rioides Fr.*): einzelne Kleepflanzen oder auch ganze Gruppen, welche bisher kräftig und anscheinend gesund waren, werden mißfarbig, verwelken und gehen endlich durch Verfaulen zu Grunde. Das Absterben der Kleepflanzen breitet sich mehr und mehr aus, zeigt sich auch in den neu angesäeten Kleeschlägen und kann endlich, wie die Erfahrung zeigte, in der betreffenden Oertlichkeit zum gänzlichen Aufgeben des Kleebaues nöthigen, weil seine Rentabilität völlig vernichtet ist. Unterwirft man in einem solchen Falle die Pflanzen frühzeitig einer mikroskopischen Untersuchung, so findet man in den Gewebtheilen der Wurzel und der Basis der Triebe ein feines Fadengewebe, das Mycelium eines Pilzes. Später erkennt man, daß dasselbe an einzelnen Stellen dichter gehäuft ist, und endlich findet man an diesen rundliche oder unregelmäßig gestaltete, äußerlich schwarze, im Innern weiß gefärbte Körperchen. Es sind dies die Dauermycelien oder Sklerotien der Peziza, aus welchen sich dieselbe im Herbst entwickelt. Durch die dann neu gebildeten, außerordentlich zahlreichen Fortpflanzungsorgane (Sporen) werden die neuen Kleesaaten inficirt, ohne daß der weniger genau untersuchende Landwirth eine Ahnung von diesem verderblichen Vorgange hat.

Schließlich ist noch das Schwarzwerden des Klees infolge des Auftretens der Sphaeria Trifolii P. zu erwähnen.**) Hat das Befallen der Kleepflanzen durch diesen Pilz auch nicht das völlige Absterben derselben zur Folge, so wird doch der Ertrag der Kleefelder erheblich geschädigt. Die Stengel und Blätter erhalten schwarze Flecken und verwelken, und wenn auch der zweite Schnitt anfänglich ein gutes Gedeihen zeigt, so tritt die Erkrankung doch gewöhnlich bald wieder von Neuem auf.

In letzter Zeit hat Linde***) die Kleemüdigkeit durch das Auftreten der Pleospora herbarum Rbh. als Wurzelparasit erklären wollen.

*) Jul. Kühn, Landwirthschaftliches Wochenblatt des K. K. Ackerbauministeriums 1869, S. 6, 20, 21. Hedwigia 1870 Nr. 4.

A. Rehm, Die Entwickelungsgeschichte eines die Kleearten zerstörenden Pilzes. Journal für Landwirthschaft, 20. Jahrgang 1872. S. 151 u. f.

Jacob Erikson, om klöfverrötan, Aftryck ur kongl. Landtbr.-Akad. Handl. o Tidsk. 1880, Nr. 1.

**) Jul. Kühn, Zeitschrift des landwirthschaftl. Centralvereins für die Provinz Sachsen, 33. Bd. 1876. S 231 u. f.

***) Linde, Wurzelparasiten und angebliche Bodenerschöpfung in Bezug auf die Kleemüdigkeit u. s w. Leipzig 1880. Inaugural-Dissertation. (Commissions-Verlag von H. Voigt.)

Nun weiß zwar jeder, der mit den Organismen, die auf unseren Culturpflanzen als Parasiten leben, nur einigermaßen vertraut ist, daß die Pleospora entweder nur auf Pflanzentheilen auftritt, die bereits abgestorben oder doch im Absterben begriffen sind, sei es nach Erfüllung ihrer physiologischen Function, sei es, daß sich ihrer weiteren normalen Ausbildung ein Entwickelungshemmniß entgegengestellt hat, und wenn ich diesen Theil der Linde'schen Arbeit an dieser Stelle erwähne und eingehender berücksichtige, so geschieht dies nur deshalb, weil sie vielfach sowohl in den landwirthschaftlichen Zeitschriften und Journalen, als auch in der Tagesliteratur Besprechung fand.*)

Es ist schon an und für sich unwahrscheinlich, daß ein Pilz, der sich überall an abgestorbenen Pflanzentheilen von Pflanzen aller Art findet, bei dem Klee eine specifische Erkrankung hervorrufen soll, da für dieses Verhalten jedes Analogon fehlt. Kühn erwähnt z. B. Cladosporium herbarum (die Conidienform der Pleospora) auf Rapsschoten, welche von Sporidesmium exitiosum Kühn befallen waren,**) ferner auf Lupinenheu, welches Lupinose verursachte.***) Frank†) findet dieselbe Entwickelungsform der Pleospora auf den Wundflächen bei der Grünästung, und Hallier††) hatte Gelegenheit zu beobachten, wie eine an der Schale einer Citrone anhaftende Pleospora die Fäulniß der Frucht zur Folge hatte. Dies kann nicht befremden, da Brefeld†††) nachgewiesen hat, daß durch die gewöhnlichsten Schimmelpilze — echte Saprophyten — die Fäulniß des Obstes entstehen kann, indem sie ihre Keimfäden in verletzte Stellen der reifen Frucht senden. Die Pleospora ist ferner bisher auch nur an oberirdischen Pflanzentheilen beobachtet worden, und wenn Linde sie an Wurzeln von Klee- und Erbsenpflanzen gefunden hat, so ist dies wohl einfach dadurch zu erklären, daß sie sich während des Transports von Weihenstephan, resp. einer Ortschaft am Kaiserstuhl bis Leipzig von den

*) Magdeburgische Zeitung 21. April 1880. 28. April 1880, 25. August 1880. Augsburger Allgemeine Zeitung, 15. Mai, 13. Juni 1880, Nr. 136. 165.

**) Jul. Kühn, Krankheiten der Kulturgewächse, II. Aufl. Berlin 1859, S. 153.

***) Jul. Kühn, Berichte des landwirthschaft. Instituts der Universität Halle, Dresden 1880, II. Heft S. 121.

†) Frank, Krankheiten der Pflanzen, Breslau 1880, S. 150.

††) Hallier, Phytopathologie, Leipzig 1868, S. 293.

†††) Botanische Zeitung, 34. Jahrgang 1876, S. 281, citirt aus Kühn, Berichte des landw. Instituts der Universität Halle, III. Heft, Dresden 1881, S. 12.

oberirdischen Pflanzentheilen dahin verbreitet hatte. Diese Annahme wird durch das rapide Wachsthum der Pleospora bei ihr zusagenden Bedingungen wesentlich unterstützt. Ich habe wenigstens weder in der Unmasse von Kleewurzeln, die ich von den notorisch kleemüden Feldern zu Wingendorf untersuchte, noch in den Wurzeln von Kleepflanzen anderer Felder jemals die Pleospora in einer ihrer Entwickelungsformen finden können. Ebenso wie Linde ist auch mir die Infection gesunder Kleesaat mit pleospora-haltiger Kleestoppel und sonstigen Pflanzentheilen nie gelungen, obgleich ich dies nicht einer fehlerhaften Anstellung des Versuchs zuschreiben kann. Ausgehend von den in Proskau ermittelten Zahlen der Wurzel- und Stoppelrückstände des Rothklees*) sammelte ich zunächst 998 g mit Pleospora besetztes Material, Kleestoppeln und Stroh, von dem ich 600 g am 20. April in verschiedener Tiefe bis zu 26 cm bei möglichst gleicher Vertheilung in ein Beet von 1 qm Fläche graben ließ. An demselben Tage erfolgte die Einsaat des Klees und sofort nach der Saat die Aufbringung von weiteren 200 g. Der Rest von 198 g wurde zu verschiedenen Zeiten nach dem Auflaufen der Pflanzen am 15. Juni, 1. Juli und 30. Juli zwischen die Pflanzen gestreut. Die Pflanzen entwickelten sich normal und gediehen vorzüglich. An ihren Wurzeln und an den oberirdischen Organen konnte ich weder im vergangenen Herbste, noch in diesem Frühjahre und Herbst (1881) irgend eine Spur von Pleospora entdecken. Selbst auf dem eingegrabenen Material, so weit es sich noch erhalten hatte, war der Zerfall des Mycels und der Sporen zum Theil schon vollständig, zum Theil wenigstens weit vorgeschritten. Eine Weiterentwickelung war in keinem Falle zu constatiren. Es ist dies ein weiterer Beweis dafür, daß sich die Pleospora, ein Pilz, der sonst überall fortwächst, wo ihm genügende Feuchtigkeit und absterbende Pflanzentheile zur Verfügung stehen, bei Abschluß der Luft durch eine nur einigermaßen starke Erdschicht nicht entwickeln kann. Die Möglichkeit, daß sie als Wurzelparasit Kleemüdigkeit erzeugen könne, ist demnach ausgeschlossen. — Zu demselben Schluß gelangt man ferner durch das verschiedenartige Verhalten verschiedener Böden in Bezug auf die Zeitdauer, welche zwischen den einzelnen Kleesaaten liegen muß, wenn das Gedeihen der neuen Klee-

*) Werner, Handbuch des Futterbaues. Berlin 1875, S. 317.

saat gesichert sein soll. Es giebt bekanntlich Böden, z. B. den von St. Martin in Oberösterreich,*) auf denen der Klee seit sehr langer Zeit alle 3 Jahre auf das Ueppigste wächst, und wieder andere, wo er nur alle 9 bis 10 Jahre wiederkehren darf. Wäre wirklich die Verseuchung durch Wurzelrückstände und die auf denselben entwickelte Pleospora anzunehmen,**) so müßte dies an der zuerst genannten Oertlichkeit der großen Menge der Rückstände und der häufigen Wiederkehr des Klees wegen in ganz besonders hohem Maße der Fall sein, der Klee müßte also dort schlechter gedeihen. Das widerspricht aber den thatsächlichen Verhältnissen. Die angebaute Form des Rothklees ist ferner eine Pflanze, welche in der Regel nach 2 Jahren abstirbt, nur in ganz ausgezeichnet kleefähigem Boden hält sie sich 3, 4—5 Jahre.***) Es ist also sicher anzunehmen, daß, um ein bekanntes Beispiel anzuführen, mindestens ein Theil der Pflanzen des Kleebeets im Rothamsteder Küchengarten ausgegangen war †) Wurzelrückstände und junge Kleepflanzen, die an Stelle der abgestorbenen sich entwickelt hatten, waren also vorhanden, aber Kleemüdigkeit oder nach Linde Verseuchung des Bodens für Klee, hervorgerufen durch die Bewohner der Wurzelrückstände ausgegangener Pflanzen, trat nicht ein.††)

Ich hatte schon oben angeführt, daß die saprophytische Pleospora sich nur auf abgestorbenen oder doch im Absterben begriffenen Pflanzentheilen ansiedelt, nie aber frische gesunde†††) Organe vor Erfüllung ihrer

---

*) Chemischer Ackersmann, 7. Jahrgang 1861. S. 83.

**) Linde, a. a. O. S. 8.

***) Sprengel, Meine Erfahrungen im Gebiete der allgemeinen und speciellen Pflanzenkultur. Leipzig, II. Bd. 1850. S. 14.

†) Vergl. Karmrodt, Untersuchung eines Kleebodens, welcher durch 22 hintereinander folgende Jahre Klee getragen. Landw. Centralbl. XI. Jahrgang 1863. I. Bd. S. 61 u. f. (aus d. Mittheil. der Versuchsstat. d. rheinpreuß. Ver. 1862.)

††) Welch eigenthümliche Vorstellungen man nicht selten über den Einfluß der verwesenden Pflanzenreste auf die nachfolgende Vegetation und über die bei verschiedenen Pflanzen ungleiche Empfindlichkeit gegen dieselbe hegt, spricht sich besonders in einer Aeußerung Schröder's (Zeitschrift für deutsche Landwirthe 1864. S. 292 u. f.) drastisch aus: „In welchem Grade diese Reste schädlich einwirken, das ist je nach der Natur der Pflanze verschieden. Es ist hier unter den Pflanzen ein ähnlicher Unterschied, wie mit den Thieren. Wenn auch das Schwein sich nicht von seinen eigenen Excrementen nähren kann, so sucht es doch ohne Bedenken das Futter aus dem Miste heraus, während die Ziege jedes verunreinigte Futter mit Ekel zurückweist."

†††) Ich folge hier dem Sprachgebrauche: cfr. Linde, Die Unverträglichkeit :c Zeitschrift des landw. Vereins in Bayern. 1880. S. 348, 349.

physiologischen Functionen befällt, also nicht parasitisch auftritt. Diese Annahme findet auch Bestätigung durch den Fall, welchen Frank für den parasitischen Charakter und die Schädlichkeit der Pleospora anführt.*) Er beobachtete an einem Roggenfelde in der Nähe Leipzigs bereits Mitte Juni kurz nach der Blüthe, daß die Blätter, das oberste Blatt meist mit einbegriffen, gelb wurden. Gewöhnlich begann das Gelbwerden am Blattgrunde, und auf der Mitte der gelben Flecke befand sich eine geringe Menge einer mehlartigen grauen Masse, welche aus Pollenkörnern des Roggens bestand. Daß sich die stets in jener Masse findenden Sporen und Myceltheile von Cladosporium hier weiter entwickelten, ist natürlich, fanden sie doch ein geeignetes Substrat — im Absterben begriffene Blätter — und außerdem noch die sich zersetzende, stickstoffhaltige Substanz der Pollenkörner. Da Frank ausdrücklich bemerkt, daß die von ihm beobachtete Erscheinung bei niedrig, also feuchter gelegenen Feldern auftrat, so kann recht wohl von dem in Zersetzung begriffenen Pollenhäufchen aus eine nachtheilige Einwirkung auf die darunter befindlichen Blattzellen ausgeübt worden sein, welche dadurch zum Absterben gebracht wurden. So ward dem Saprophyten der Weg gebahnt, der nun seinerseits das benachbarte Gewebe in ähnlicher Weise beeinflussen konnte, wie Brefeld es von Schimmelpilzen zeigte, die an verletzten Stellen in reife Früchte dringen können und nun deren Fäulniß hervorzurufen im Stande sind. So wird auch in dem von Sorauer**) beobachteten Falle, wo auf reifenden Hülsen gelagerter Erbsen Cladosporium reichlich auftrat, die eigentliche Ursache geringerer Ertragsfähigkeit der Erbsen nicht in dem Vorhandensein des Cladosporiums, sondern in den das Auftreten von Saprophyten begünstigenden Verhältnissen, nämlich in dem Lagern der Erbsen zu suchen sein, das um so verderblicher wirkte, als der Jahrgang, wie Sorauer angiebt, ein feuchter war.

Der Sommer des Jahres 1880 war der Entwickelung aller Pilze ungemein günstig. Auf einem Weizenfelde an der Chaussee von Halle nach Trotha trat das Cladosporium herbarum, welches sich überhaupt besonders üppig auf dem frischen Stroh aller Feld- und Gartenfrüchte entwickelt,***)

*) Frank, a. a. O. S. 581 u. f.
**) Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Berlin. 1874. S. 348.
***) Frank, a. a. O. S. 580.

so massenhaft auf, daß dieser Pilz die Halme des infolge der lange Zeit anhaltenden regnerischen Witterung ungemein stark ausgewachsenen Weizens fast vollständig überzog. Unter diesen Weizen war Klee gesät, aber ich konnte in keinem Falle — die unter den Gelegen befindlichen faulenden Blätter natürlich ausgenommen — beobachten, daß das in üppiger Fülle wuchernde Cladosporium auf die Kleepflanzen übergegangen war. Der Klee entwickelte sich nach Abbringung des Weizens vortrefflich, und auch in dem folgenden Frühjahre war weder an den Wurzeln noch an den Blättern des Klees eine Spur jenes Pilzes zu entdecken. Besonders deutlich zeigt sich ferner der nicht parasitische Charakter der Pleospora an den Blüthentheilen der Pflanzen. Haben die Antheren ihre Function erfüllt, dann siedelt sich gewöhnlich schnell auf ihnen die Pleospora an, aber die Blätter der Corolla und des Kelchs sind noch frei. Erst später, wenn sie zusammenschrumpfen und anfangen abzusterben, sind sie für den Pilz ein geeignetes Substrat. Es giebt sodann eine große Anzahl von Pflanzen, deren Wurzelblätter sich von den Blättern der weiter entwickelten Pflanze durch Form, Größe u. s. w. wesentlich unterscheiden und welche im Laufe vorschreitender Entwickelung absterben. Auf ihnen fand ich bei Anthyllis vulneraria sehr häufig Formen der Pleospora, während die Pflanze im übrigen vollkommen frei war.

Linde nimmt ferner an, daß alle parasitären Pflanzenkrankheiten im Gebirge ungleich seltener und schwächer auftreten, als in der Ebene.*) Es sei dies, schreibt er, „sehr leicht begreiflich, da die vielen rauhen Winde, die kurzen Sommer und andere klimatische Eigenthümlichkeiten des Gebirges vielen Parasiten ungünstig sein können. Es können deshalb, folgert er, mit sich selbst unverträgliche Pflanzen auf einander folgen und man trifft dort die fabelhaftesten Fruchtfolgen an, z. B. Lein auf Lein, ohne daß die Leute — die ihres einsameren, beschaulicheren Lebens wegen dort durchweg schärfer beobachten und rechnen als die Thalbewohner (!) — einen Nachtheil davon verspüren." Sehen wir zu, inwieweit diese Annahme — den Beweis bleibt uns Herr Linde schuldig — mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmt, ob also die Pflanzen der Gebirgsflora relativ weniger von pflanzlichen Parasiten zu leiden haben und ob im Gebirge

*) a. a. O. S. 43.

wachsende Pflanzen, die auch in tiefer gelegenen Oertlichkeiten gedeihen, hier weniger ihrem schädlichen Einflusse ausgesetzt sind wie dort.

Die Unrichtigkeit der Linde'schen Behauptung springt nun sofort in die Augen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die specifischen Gebirgspflanzen genau ebenso und in gleicher Intensität von eigenthümlichen pflanzlichen und thierischen Schmarotzern heimgesucht werden, wie die Pflanzen der Ebene. Es wird genügen, zum Belege hierfür einige wenige Beispiele anzuführen. So kommen nicht selten in weiter Verbreitung in Gebirgsgegenden vor: auf Gentiana asclepiadea die Cylindrospora evanida Kühn,*) auf Rhododendron ferrugineum Uredo Rhododendri De C., auf Mulgedium alpinum Puccinia Compositarum Schld. Auf dem Edelweiß Gnaphalium leontopodium schmarotzt Tylenchus nivalis Kühn und auf Dryas octopetala wies Thomas zwei Parasiten nach,**) eine Anguillule, die eine eigenthümliche Galle erzeugt, und Synchytrium Myosotidis Kühn var. Dryadis. Auch die Dauermycelien bildenden Parasiten treten im Gebirge auf. Jul. Kühn sagt in seinen klassischen Untersuchungen über das Mutterkorn: „Auch die Meinung ist nicht begründet, welche das Mutterkorn nur in den Niederungen vorkommen oder solche Krankheitserscheinungen nur da überhand nehmen läßt, wo menschliche Kultur störend eingriff (Schleiden, Physiologie der Pflanzen und Thiere, Braunschweig 1851. S. 474). Vielmehr findet sich das Mutterkorn auch auf den Höhen der Gebirge und selbst da noch, wo die Sichel des Wildhäuers nie hingelangte. Ich fand am 22. August v. J. (1862 d. Verf.) im Mährischen Gesenke bei über 4000 Fuß Höhe am steilsten Gehänge des sogenannten großen Kessels unter einer schroffen Klippe Mutterkorn auf dem gemeinen Straußgras (Agrostis vulgaris) und namentlich auf dem Borstengras (Nardus stricta), auf welchem Grase es meines Wissens noch nicht beobachtet wurde, so häufig, daß an dieser Stelle fast jede Pflanze zahlreich damit besetzt war. In ihrer Gesellschaft zeigte sich Carex stellulata massenhaft mit dem Seggenbrand, Ustilago Caricis, und die nur auf dem Hochgebirge lebende Salix hastata mit dem Runzelschorf (Rhytisma salicinum) befallen. — Sonach dürfte wohl das Vorurtheil fallen, daß unsere Kulturpflanzen

*) Frank, a. a. O. S. 606.

**) Thomas, Synchytrium und Anguillula auf Dryas. Botanisches Centralblatt 1880, Nr. 25, S. 761 u. f.

vorzugsweise von diesen Feinden heimgesucht würden, oder Mutterkorn nur in tieferen Gegenden sich finde."*)

Diejenigen Pflanzen, welche sowohl in der tiefer gelegenen Ebene, als auch im Gebirge gedeihen, werden im letzteren sogar von den gleichen Parasiten nicht selten noch intensiver befallen. Ich erinnere hier nur an den Flugbrand der Getreidepflanzen, der namentlich bei Hafer in den höheren Lagen wegen der hier herrschenden größeren Feuchtigkeit der Luft oft ungemein stark auftritt.**) Das Gleiche gilt von der Puccina Bistortae DeC., deren Uredo- und Teleutosporen ich im Jahre 1878 an allen von mir im oberen Erzgebirge gesammelten Exemplaren von Polygonum bistorta massenhaft fand.***) In dem gleichen Jahre sah ich ebenfalls die Ahornbäume an den Chausseen daselbst durchgängig so stark mit Rhytisma acerinum Fr. besetzt, wie ich dies noch niemals in anderen Oertlichkeiten beobachtet habe. Mit welcher schreckenerregenden Heftigkeit die Kartoffelkrankheit, durch Phytophtora infestans de B. hervorgerufen, in den Jahren 1845—50 in den Gebirgsgegenden Deutschlands hauste, steht heute noch frisch in dem Gedächtniß der Bevölkerung jener Districte.

Auch was Linde in Bezug auf die Fruchtfolgen und speciell auf den Anbau des Leins bemerkt, wird von anderer Seite widergelegt. Für das sächsische Erzgebirge steht z. B. fest, daß seit dem Jahre 1750 der Flachsbau durch das von Jahr zu Jahr vermehrte Mißrathen der Ernten fast ganz unterblieb. Von 1780—1820 war der Ertrag wieder günstiger, aber von da an trat der Uebelstand wieder auf.†) Peter berichtet ferner, daß im Böhmerwald in den Bezirken des intensivsten Flachsbaues nach 4, 5, häufig aber auch schon nach 3 Jahren der Flachs auf dasselbe Land wiederkehrt. „Dieser erschöpfende Mißbrauch der Bodenkraft, der durch die vielfach verbreitete Uebung, zum Flachse nicht zu düngen, noch schädlicher gemacht wird, hat zwar, weil er doch erst kürzere

---

*) Mittheilungen des landw. Instituts der Universität Halle. I. Heft. Halle 1863. S. 5. 6.

**) Frank, a. a. O. S. 425.

***) Die gleiche Beobachtung wurde schon früher gemacht; Leunis, Synopsis der Pflanzenkunde. III. Abtheilung. Hannover 1877. S. 1935: Uredo bistortarum „nicht selten, besonders in den Gebirgen."

†) Archiv der deutschen Landwirthschaft, Nr. XVII des Märzheftes 1830.

Zeit währt, die Felder noch nicht völlig entkräftet, er kündet aber schon aller Orten seine traurigen Wirkungen an."*) Was aber die nach Linde oben erwähnte Möglichkeit der Folge von Lein auf Lein anlangt, so sind die nicht im Gebirge, sondern im Garten der Société agron. de la Flandre zu Gent ausgeführten Versuche zur Abkürzung der Umlaufszeit des Leines, über welche Renouard berichtet,**) von großer Wichtigkeit. Die eine Parzelle erhielt einen von G. Ville präparirten Special-Dünger und zwar 1000 kg pro ha (400 kg Superphosphat, 200 kg Kalisalpeter, 400 kg Gyps mit ca. $2_{,5}$ % aufnehmbarem Stickstoff, $5_{,50}$ % lösliche Phosphorsäure und $8_{,75}$ % Kali), die andere pro ha 20,000 kg Stallmist und 500 kg Rapskuchen. Der Ertrag war folgender:

kg pro ha.

	Parzelle I. Stalldünger und Rapskuchen Flachs		Parzelle II. G. Ville'scher Dünger Flachs	
	im Stroh.	gebrochen.	im Stroh.	gebrochen.
1869	3765	762	4594	916
1870	4594	905	4728	878
1871	4324	845	4324	1175
1872	3513	567	4324	973

Der Flachs der Parzelle II erzielte 1872 einen um $1_{,50}$ fr. höheren Preis für je 6 Pfund als der der Parzelle I. — Ebenso gelang es Gasparin, 8 Jahre hintereinander bei guter Düngung gleich hohe Leinernten auf einem Boden zu erzielen, unter dem sich in einer Tiefe von 20 cm ein Steinpflaster befand, um das tiefere Eindringen der Wurzeln zu verhindern.***)

Daß thierische und pflanzliche Parasiten selbst wieder von Parasiten befallen werden, ist längst bekannt, und in neuerer Zeit hat Jul. Kühn auch in den Rübennematoden einen Pilzparasiten aus der Ordnung der Hypodermier Tarichium auxiliare nachgewiesen.†) Wenn jedoch

*) Peter, Bericht über den Zustand der Flachskultur im Böhmerwald, 7. Heft der Mittheilungen d. K. K. Ackerbauministeriums. Wien 1872, citirt im Journal für Landwirthschaft 1872, S. 510 u. f.

**) Annales agron. II, 1876, 1 Heft 12—24, citirt in Biedermann's Centralblatt 1878, S. 27.

***) Boßler, Landw. Pflanzenwechsel Berlin 1873. S. 42.

†) Jul. Kühn, Berichte. III. Heft. Dresden 1881 S. 136.

Linde meint,*) es sei nicht unmöglich, daß die Wurzeln der Esparsette wie auch anderer Pflanzen oder deren etwaige Bewohner den Bewohnern der Kleewurzeln schaden können, und der Sieg auf Seiten der Bewohner der Esparsettewurzeln bleibt, während die der Kleewurzeln unterdrückt werden, so ist dies so lange eine willkürliche Annahme, bis die Existenz der sich bekämpfenden Wurzelbewohner nachgewiesen ist. Das ist Herrn Linde bis jetzt nicht möglich gewesen. — Wir kommen somit zu dem Ergebniß, daß durch die Linde'sche Arbeit ein reeller Beitrag zur Lösung der Kleemüdigkeitsfrage nicht gegeben worden ist und daß seine auf die erwähnten irrigen Auffassungen und Annahmen gestützten Angriffe gegen die Liebig'sche Theorie, auf welche ich später ausführlich einzugehen habe, durchaus ungerechtfertigte sind.

Haben wir dagegen oben gezeigt, daß in manchen Fällen die Sicherheit des Gedeihens des Rothklees durch pflanzliche und thierische, echt parasitische Einflüsse beeinträchtigt werden kann, so ist nun noch einer weiteren Ursache abnehmender Ertragsfähigkeit dieser Pflanze zu gedenken. Der Rothklee macht bestimmte Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Wird diese in ungünstiger Weise verändert, so nimmt gleichfalls die Sicherheit seines Gedeihens ab. Dafür sprechen die in neuerer Zeit in der Provinz Sachsen gemachten Wahrnehmungen. So heißt es in dem Bericht der Verhandlungen der 20. Sitzungsperiode des K. Landes-Oeconomie-Collegiums (landwirthsch. Jahrbücher 1873, Supplement S. 317): „In der Provinz Sachsen will der Klee überhaupt nicht mehr gedeihen, dagegen Mischsaaten von Klee, Esparsette und Gras sich noch gut bewähren. Den Grund dieses Mißrathens glaubt man vorzugsweise in der Lockerung des Bodens bei jetzt so häufiger Tiefcultur zu finden, da der Klee einen gesetzten festen Boden liebt.“ In gleicher Weise scheint die Lockerung des Bodens durch häufigem Anbau von Hackfrüchten auch anderwärts auf das Gedeihen des Klees ungünstig eingewirkt zu haben.**) Im Einklange mit diesen Beobachtungen steht auch die Wahrnehmung, daß auf denjenigen Stellen des Feldes der Klee

*) Linde, a. a. O. S. 38.

**) Dr. Jessen, Der rothe Klee. Aus dem Journal of the Highland Agr. Soc. Zeitschrift für deutsche Landwirthe 1856, S. 371: „Auch ist unstreitig sein Ertrag unsicherer geworden, seitdem Rüben und andere Hackfrüchte in so ausgedehntem Maße angebaut werden.“

häufig am besten gedeiht, die durch Pferde und Wagen festgestampft worden sind,*) und daß das Walzen und vorsichtige Beweiden des jungen Klees im Herbste günstige Wirkung äußert, obgleich hier noch andere Momente, z. B. das Verhalten bei Blachfrösten u. s. w. mit in Betracht kommen. Auf zu große Lockerung des Bodens scheint z. B. auch das schlechte Gedeihen des Klees auf mehreren Schlägen der Schlanstädter Flur zurückzuführen zu sein, welche seit 19 Jahren fast alle 2 Jahre Zuckerrüben getragen hatten.**) — Hieraus ergiebt sich ungesucht ein vielleicht bedeutsamer Anhaltspunkt für die Erklärung der Unverträglichkeit des Klees bei „Auf-sich-selbst-Folge.“ Die zahlreichen, bis tief in den Untergrund dringenden Wurzeln bilden in dem Boden gleichsam Röhren, welche die Erdtheilchen trennen und locker erhalten, so daß Thaer mit Recht ihre Einwirkung für gleich der der mehrmaligen Auflockerung durch den Pflug hält.***) Indessen darf die Gebundenheit des Bodens einen bestimmten Grad nicht überschreiten, da andererseits — dies gilt für die schwereren Böden — gerade die tiefe, bessere Bodenlockerung für das gute Gedeihen des Klees unerläßliche Bedingung ist.†)

Es ist hier auch der Ort, der Anbauversuche, welche von den so ausgezeichneten englischen Forschern Lawes und Gilbert seit 1849 in Rothamsted mit Rothklee ausgeführt werden, zu gedenken. Leider vermochten dieselben die Lösung der Kleemüdigkeitsfrage nicht wesentlich zu fördern, denn wenn dieselben auch nachwiesen, daß zur Erklärung der Müdigkeit der schädliche Einfluß der verwesenden Ueberreste früherer Kleeernten und die Beschattung der jungen Pflanzen durch eine gleichzeitig bestellte Getreideart ausgeschlossen sei,††) so hat man sich daran zu erinnern, daß verwesende Kleerückstände und die Deckfrucht meines Wissens in Deutsch-

*) Dr. Jessen, ebendaselbst S. 370 u. f.

**) Chemischer Ackersmann, VII. Jahrgang 1861. S. 83 u. f.

***) Thaer, Grundsätze der rationellen Landwirthschaft, I. Bd. 2. Auflage, Berlin 1821. S. 223.

†) Thaer, a. a. O. I. Bd. S. 229.
Kirchbach, Handbuch der Landwirthschaft, 9. Aufl. II. Bd. 1880. S. 122.
Schwerz, Anleitung zum praktischen Ackerbau. II. Bd. 4. Aufl. 1857. S. 269.

††) Behrend, Die Resultate der hauptsächlichsten in England von Lawes und Gilbert ausgeführten Felddüngungsversuche und ihre Bedeutung für die deutsche Landwirthschaft. Landwirthschaftliche Jahrbücher. 1881. X. Bd. S. 343 u. f.

land nicht mehr als die Ursache jener eigenthümlichen Erscheinung betrachtet werden.

Weitere Ergebnisse konnten durch diese Versuche um so weniger erwartet werden, als dieselben auf durchaus nicht kleemüdem Acker angestellt wurden. Derselbe muß sogar als ausgezeichnet kleefähig bezeichnet werden, da bei Beginn des Versuchs im Jahre 1849 auf der ungedüngten Parzelle 9000 kg Kleeheu pro ha, auf den gedüngten sogar bis 12,000 kg, ein ganz abnorm hoher Ertrag, geerntet wurden. Im Jahre 1850 wurde die Versuchsparzelle wiederum mit Rothklee besäet; nachdem sie aber in den Jahren 1851 und 1852 Ernten von weit geringerer Ergiebigkeit geliefert hatten, waren alle weiteren Bemühungen, auf ihnen wieder Rothklee mit Erfolg zu bauen, vergeblich. Die Rothamstedter Resultate bestätigen also die vielfach gemachte Wahrnehmung, daß der Klee eine mit sich selbst unverträgliche Pflanze ist, eine Erscheinung, die aber mit der eigentlichen Kleemüdigkeit in keiner Beziehung steht, weil sie auch auf durchaus kleesicheren Aeckern zu beobachten ist. Für die Praxis der Landwirthschaft haben die gewonnenen Ergebnisse insofern Wichtigkeit, als sie zeigen, daß bei Pflanzen, welche jenes eigenthümliche Verhalten der Unverträglichkeit mit sich selbst zeigen, der günstige Einfluß des Fruchtwechsels und der dadurch bedingten minder öfteren Wiederkehr durch reichliche Düngung nicht ersetzt werden kann. — Das von Lawes und Gilbert beobachtete Mißrathen des Klees auf den bis zur Tiefe von 60—90 cm ausgegrabenen und im Untergrund gedüngten Parzellen kann uns nicht überraschen, da der durch den Mangel des Fruchtwechsels schon an und für sich ungünstige Stand des Klees durch die ihm so wenig zusagende tiefe Lockerung des Bodens noch ungünstiger umgestaltet wurde. Obgleich ich auf diesen Umstand schon oben hingewiesen habe, möchte ich doch an dieser Stelle der Ansicht gedenken, welche Schwerz, der so scharfe Beobachter und erfahrene Landwirth, in Bezug hierauf äußert: „Auch ein an sich zu Klee nicht ungeeigneter Boden, sagt er, kann durch zu tiefes Pflügen so locker und hohl gemacht werden, daß er untauglich dazu wird."*) Ferner: „Dagegen beweist ein anderes Beispiel, wie nachtheilig es sei, zu dem auf die Kartoffeln folgendem Sommergetreide als Ueberfrucht des

*) Schwerz, Anleitung zum praktischen Ackerbau. II. Bd. 1857. IV. Aufl. S. 263.

Klees 20 (sage zwanzig) Zoll tief zu pflügen. . . . . . Es muß ja auch solche geben, die da zeigen, was man nicht thun soll. . . . . . Sollte das angeführte Beispiel Jemand zur Nachfolge reizen wollen, so möge er wissen, daß man 20 Zoll tief pflügen und gerade darum keinen Klee haben kann."*)

Eine Ausnahme von der Regel, daß Klee nicht nach sich selbst gedeiht, beobachteten die Herren Lawes und Gilbert auf einem in dem Küchengarten von Rothamsted eingesäeten Beete. Aehnliches wurde auch auf den Versuchsfeldern der landwirthschaftlichen Centralschule zu Weihenstephan bei mehreren Parzellen beobachtet, auf denen der Klee auf sich selbst folgte.

Die Kenntniß der in Weihenstephan gewonnenen Resultate verdanken wir der schon öfters genannten Arbeit Linde's, der ich auch die umstehende Zusammenstellung entnehme.**)

Die Zahlen dieser Tabelle zieht Linde zur Unterstützung seiner Hypothese der Erklärung der Kleemüdigkeit durch Wurzelparasiten herbei, und nach den in derselben berechneten Durchschnittszahlen ergiebt es sich allerdings, daß der ohne Wechsel mit anderen Pflanzen gebaute Klee einen wesentlich geringeren Ernteertrag gab, als dort, wo der Klee im Fruchtwechsel folgte. Allein diese Durchschnittszahlen sind zur Feststellung des Einflusses des Fruchtwechsels auf die Erträge des Rothklees nicht geeignet. Sie bedürfen vielmehr zu diesem Behufe unbedingt einer Correctur, wie ich in dem Folgendem nachweisen werde.

Im Rotationsversuch ist die Nutzung einjährig; weil nun aber erfahrungsgemäß der durchschnittliche Ertrag in den verschiedenen Nutzungsjahren Schwankungen zeigt und die Ertragshöhe im Jahre nach der Aussaat, welches bei dem Rotationsversuch allein zur Nutzung kam, erfahrungsmäßig am höchsten sind, so dürfen, wenn die Zahlen brauchbar sein sollen, im Selbstfolge-Versuch ebenfalls nur die dem Nutzungsjahre des Rotationsversuches entsprechenden Jahre zum Vergleich herangezogen werden.

---

*) Schwerz, a. a. O. S. 270.

Behrend bemerkt a. a. O. S. 446, daß von „gewichtigster Seite" die Zurückführung der Kleemüdigkeit auf pflanzliche oder thierische Feinde festgehalten werde. Meines Wissens jedoch geschieht dies von „gewichtigster Seite", selbstverständlich also von Seiten der hervorragendsten Autoritäten auf dem Gebiete der Pflanzenpathologie, nicht.

**) Linde, a. a. O. S. 9 u. f.

Kleeheuerträge des Weihenstephaner Versuchsfelds und Staatsguts.

Dünger- und Erntemengen sind in Centnern pro Tagwerk = 34 a 7 qm angegeben.

Jahr.	Auf-sich-selbst-folgend.			Fruchtfolge: Runkeln, Hafer, Klee, Weizen.					Staats-gut.
	A. Ungedüngt.	B. Jährlich 2 Ctr. Gelatine.	C. Jährl. vollständ. Ersatz für Max.-Ernten und Gelatine.	I. Ungedüngt.	II. Alle 4 Jahre 500 Ctr. Stallmist.	III. Jährl. Ersatz für Max.-Ernten in Kunstdünger.	IV. 1/2 von II, 1/2 von III Stall- u. Kunstdünger.	V. wie IV. und jährlich 2 Ctr. Gelatine.	
1867	Einsaat ohne Ueberfrucht			Einsaat in Roggen					29,70
1868	43,20	43,30	56,00	28,85	22,13	40,85	24,87	24,46	27,90
1869	20,50	24,50	35,20	51,30	54,95	52,20	53,10	42,58	31,70
1870	0,00	0,00	0,00	28,35	32,88	23,23	30,92	33,86	18,00
1871	20,31*	21,25*	20,81*	Futtergemenge statt des mißrathenen Klees					19,00
1872	25,61	29,37	12,50	49,99	41,82	39,77	40,55	44,15	27,45
1873	0,00	10,00*	22,87	Futtergemenge w. o.					†
1874	11,56*	15,62	12,05*	21,62	25,06	24,50	14,67	15,80	†
1875	12,50	9,06*	29,25	39,98	41,59	36,99	47,16	45,09	†
1876	15,62	13,12	7,62*	17,09	22,62	23,58	20,31	22,73	34,50
1877	13,20*	13,12*	0,00	Futtergemenge w. o.					25,36
1878	44,33	32,13	22,10	28,72	24,55	26,39	36,96	27,98	33,20
Summa	206,83	211,47	218,40	265,90	265,60	276,51	268,54	256,65	246,81
Durchschnitt	18,80	19,22	19,85	33,23	33,20	34,56	33,56	32,08	27,42

*) ist neu eingesäet.

†) ist aus der Buchführung nicht genau ersichtlich.

Jene Schwankungen sind sehr erheblich. Der Ertrag des Klees im Aussaatsjahre ist stets gering, selbst dort, wo er ohne Ueberfrucht gebaut wird, und während er im zweiten Vegetationsjahre das Maximum seines Ertrags liefert, pflegen die Ernten in dem folgenden dritten im Allgemeinen schon weniger ergiebig zu sein, vollständig unsicher dagegen ist aber der Stand des Klees im vierten Jahre. Es ist infolge dessen nur eine ein- oder zweijährige Nutzung des Rothklees üblich, nur ausnahmsweise und

dann meist nur zum Zwecke der Weide läßt man ihn länger stehen.*) Giebt es doch sogar Felder, auf denen der Klee schon im zweiten Nutzungsjahre einen nicht mehr genügend sicheren Stand hat.**) Schwerz ist daher der Ansicht, daß der Rothklee in der Regel nur ein Jahr, das Jahr seiner Aussaat nicht mit inbegriffen, mit Vortheil genutzt werden könne.***) In seltenen Fällen aber und zwar dort, wo der Untergrund dem Klee besonders zusagt, die Krume dagegen eine weniger günstige Beschaffenheit hat, pflegt die Ergiebigkeit der Schnitte des zweiten Nutzungsjahres durchschnittlich bedeutender zu sein, als die des ersten.†) Der Boden des Weihenstephaner Versuchsfeldes ist indessen nicht dieser Art, sondern nach der Angabe Linde's††) tiefgründiger Lehm von (relativ) ausgezeichnet homogener Beschaffenheit. — Es ist sodann ebenfalls vollständig unstatthaft, in der Berechnung der Durchschnitts-Kleeheuernten derjenigen Parzellen, welche im modificirten Norfolker Fruchtwechsel bewirthschaftet werden, die Jahre mit Mißernten nicht mit in Betracht zu ziehen. Linde scheidet diese Jahre einfach aus, weil die betreffenden Feldchen „sichtlich kleemüde" waren: auf den Parzellen des Selbstfolgeversuchs war nach seiner Ansicht vom Jahre 1871 an ebenfalls Kleemüdigkeit vorhanden (S. 33), nichtsdestoweniger werden aber hier die während des Vorhandenseins der Kleemüdigkeit gewonnenen Ernteerträge bei der Berechnung der Durchschnittserträge benutzt. Die vermeintlichen Durchschnittszahlen Linde's sind also nach den oben angegebenen Gesichtspunkten zu modificiren, und dann erhalten wir auf den Parzellen, wo Klee ohne Wechsel mit anderen Früchten gebaut wurde, Erträge, welche sich der von manchen Autoren angenommenen Durchschnittsernte von ca. 20 Ctr. pro Morgen nähern.†††)

---

*) Thaer, Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. 2. Ausgabe IV. Bd. Berlin 1821, S. 172: „Man bestimmt den Klee zu ein- oder zweijährigem Gebrauche. Daß man ihn länger liegen lasse, ist nur in dem Falle rathsam, wo man ihn zur Weide benutzen will, weil im dritten Nutzungsjahre oder im vierten nach der Aussaat der Klee sich sehr vermindert und den Gräsern Platz macht."

**) Block, Mittheilungen. Breslau 1837, I. Bd. S. 146.

***) Schwerz, a. a. O. S. 295.

†) Sprengel, Meine Erfahrungen im Gebiete der allgemeinen und speciellen Pflanzen-Kultur. Leipzig 1850, II. Bd. S. 14.

††) Linde, a. a. O. S. 147.

†††) Block, a. a. O. S. 153. Krafft, Lehrbuch der Landwirthschaft. II. Bd. Berlin 1876. S. 193.

Jedenfalls aber ist es ungerechtfertigt, von Kleemüdigkeitserscheinungen auf einem Felde zu sprechen, welches nach vieljähriger Folge von Klee auf Klee im Jahre 1878 im Durchschnitt seiner verschiedenen Parzellen pro Tagwerk 32,85 Ctr. Kleeheu und auf der ungedüngten sogar 44,33 Ctr. geliefert hat, während im gleichen Jahre (1878) sich der durchschnittliche Ertrag der Parzellen des Rotationsversuchs auf 28,92 Ctr. und der des Staatsguts auf 33,20 Ctr. beläuft. Die erstgenannten Parzellen hatten schon 10 Jahre hindurch ununterbrochen Klee getragen; es muß daher geradezu unbegreiflich genannt werden, wenn Linde und Andere trotz der Kenntniß dieser Thatsache dem landwirthschaftlichen Pflanzenwechsel, dem Fruchtwechsel also, einen naturgesetzlichen Charakter beilegen wollen. Jener hohe Ertrag von 32,85 Centner ist übrigens um so auffallender, als der Klee in Anbauversuchen mit „Auf-sich-selbst-folge" dem ungünstigen Einfluß mehrerer Umstände ausgesetzt ist, welche sich nach der Natur der Sache nicht vermeiden lassen. Als solche sind namentlich der Mangel einer Deckfrucht und die sich nothwendiger Weise einstellende Neigung zu größerer Verunkrautung des Ackers hervorzuheben.*)

Daß im Rotationsversuche unter 11 Ernten drei totale Mißernten waren, würde uns nicht befremden können,**) wenn nicht zwei derselben auf denjenigen Parzellen eingetreten wären, welche im Jahre 1869 außerordentlich hohe Kleeerträge geliefert hatten. Eine Ermittelung der Ursache dieser Erscheinung hat nicht stattgefunden; da aber eine solche nur dann rechten Erfolg haben kann, wenn sie sofort und an Ort und Stelle vorgenommen wird, so müssen wir uns mit Vermuthungen begnügen. Auf jeden Fall ist zunächst die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß die reiche Ernte des Jahres 1869 mit den Mißernten der Jahre 1873 und 1877 in einem ursächlichen Zusammenhang stehe. Es fragt sich nur, wie

*) Schwerz. a. a. O. S. 266: „Den Klee für sich allein, also ohne Ueberfrucht zu säen, ist nicht räthlich. Er bedarf einiges Schutzes, wenn er aufgegangen ist, den er nur unter einer Ueberfrucht findet." Thaer, a. a. O. S. 169: „Der Klee wird jetzt wohl nie mehr allein gesäet, sondern immer unter eine andere Frucht, weil er im Jahre seiner Aussaat selten nur erheblichen Ertrag giebt und weil ihm auch anfangs der Schutz einer anderen, nachher aber das Feld räumenden Pflanze sehr wohlthätig ist."

**) Block sagt z. B. (a. a. O. 147) auf Grund seiner vierzigjährigen Erfahrung: „Im Durchschnitte können wir selbst bei ganz kleefähigem Boden in 4 Jahren nur auf drei vollständige Ernten rechnen, oder, was eben so viel sagen will, der minder gute Ertrag, dem wir in 4 Jahren ausgesetzt sind, beträgt soviel, als eine complete Fehlernte."

wir uns diesen ungünstigen Einfluß erklären wollen. Linde führt denselben auf das Vorhandensein von Parasiten zurück: „Die großen Kleemassen vom Jahre 1869 hinterließen entsprechend große Wurzeln im Boden, welche ihren pflanzlichen Bewohnern eine länger dauernde Existenz und weitergehende Entwickelung ermöglichten als kleine Wurzeln, und deshalb die betreffenden Feldchen für eine längere Zeitdauer kleemüde machten als kleine Wurzeln."*) Ich kann mich jedoch aus den oben angeführten Gründen der Erklärung Linde's nicht anschließen, sondern bin vielmehr der Ueberzeugung, daß man die wahre Ursache in anderen Umständen suchen müsse. Es dürfte hierbei besonders die ungünstig veränderte physikalische Beschaffenheit (Lockerung) zu berücksichtigen sein, in welche der tiefgründige Lehmboden des Ackers durch die der reichen Ernte entsprechend große Menge von Wurzeln versetzt worden war, deren Einfluß sich recht wohl auf einen längeren Zeitraum erstrecken kann, weil die allmählig zersetzten starken Wurzeln größere röhrenförmige Hohlräume im Boden zurücklassen, die nur zum Theil mit humoser Substanz, den Zersetzungsresten der Wurzel, erfüllt sind.

Schließlich sei es mir gestattet, die Jäger'sche Hypothese zur Erklärung der Bodenmüdigkeit zu erwähnen, welcher man thatsächlich schon praktische Bedeutung beizulegen versucht hat.**) Nach derselben wird die Nahrungsaufnahme der Pflanzen wie der Thiere von specifischen Duft- und Würzestoffen, also von Triebstoffen beeinflußt. Diese Triebstoffe sind nun die flüchtigen, specifischen Duftstoffe des Bodens: ist der Bodenduft ein Luststoff für die in Frage kommende Pflanze, so entfaltet sie ihre volle Wachsthumsthätigkeit; ist dagegen der Bodenduft ein Ekelstoff, so gedeiht die Pflanze trotz reichlicher Darbietung aller Nährstoffe nicht, sie kümmert und geht sogar zu Grunde. Der eigene Wurzelduft ist aber für die Pflanze ein Ekelduft, in gleicher Weise, wie dem Thiere der Duft des eigenen Koths.***) Wenn ich auch darauf verzichte, auf diese Hypothese näher einzugehen, so kann ich doch nicht unterlassen, hervorzuheben, daß schon die obenerwähnten Thatsachen gegen dieselbe sprechen, nach denen in den Wurzelrückständen früherer Kleeernten eine Ursache der Kleemüdigkeit nicht gefunden werden konnte.

*) Linde, a. a. O. S. 29.

**) Beitrag zur Rübenmüdigkeitsfrage von H. v. Ziegesar. Neue Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie. IV. Band 1880. Nr. 20. S. 294 u. f.

***) Vergl. S. 70.

Nach den im Vorstehenden gegebenen Nachweisen haben die bisherigen Untersuchungen wohl für gewisse Fälle die Ursache einer Verminderung der Kleeerträge sicher nachgewiesen, für alle diejenigen Fälle aber — und dies sind die häufigeren — wo die oben genannten pflanzlichen und thierischen Parasiten fehlen, auch die physikalische Beschaffenheit des Ackerbodens eine ungünstige Veränderung nicht erfahren hat, bleibt noch festzustellen, ob Mangel an Nährstoffen im Boden oder anderweitige Verhältnisse Ursache der Kleemüdigkeit sind. Bei dieser Sachlage erscheint es nach wissenschaftlicher wie praktischer Seite gleich bedeutsam, jede Gelegenheit wahrzunehmen, um weitere Aufklärung durch exacte Eruirung des Thatbestandes zu gewinnen. Ich benutzte daher eine sich mir darbietende Gelegenheit dieser Art zur Ausführung von Untersuchungen, deren Resultate in dem Nachstehenden niedergelegt sind.

II.

In dem 4. Bericht*) des Oeconomieraths Stecher über die Bewirthschaftung eines Bauerngutes in Wingendorf, welche vollständig ohne Stalldünger geschieht, hebt derselbe hervor, die Rente des Gutes habe namentlich dadurch eine Einbuße erlitten, daß der Klee im Ertrage sehr stark zurückgegangen sei. Man dürfe nicht mehr als ca. 20% einer normalen Ernte erwarten, obgleich in der Art der Bewirthschaftung eine Aenderung nicht stattgefunden habe. Es scheint, schreibt derselbe, diejenige Verarmung des Bodens eingetreten zu sein, welche man Kleemüdigkeit nennt. Da er nun der Ueberzeugung ist, daß alle zur erfolgreichen Kultur des Klees erforderlichen Bedingungen erfüllt seien, kommt er zu dem Schlusse, im Stallmist müsse für die Kleepflanze ein Nährstoff enthalten sein, den wir durch die bekannten künstlichen Hilfsdüngemittel nicht ersetzen können.

Bei der hohen Bedeutung, welche die genannte Gutswirthschaft für die Statik des Ackerbaues hat, und dem außerordentlichen Interesse, mit welchem die gesammte Landwirthschaft die Gestaltung der dortigen Bodenverhältnisse und die Erträge der Ernten verfolgt, erscheint das Studium der dort die Kleemüdigkeit verursachenden Umstände besonders wichtig, und dies veranlaßte mich zur näheren Feststellung der daselbst vorliegenden Verhältnisse.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle Herrn Geheimen Regierungsrath

---

*) Acht und dreißigjährige Gutswirthschaft ohne Stalldünger. Sächs. landw. Zeitschrift, 1879, Nr. 39 und 40.

Professor Kühn für die überaus große Güte, mit der er mir Unterstützung und Rath gewährte, meinen herzlichsten Dank zu sagen. Ebenso angenehm ist mir die Pflicht, das freundliche Entgegenkommen und die Liberalität des Dirigenten der Gutswirthschaft Bräunsdorf-Wingendorf Herrn K. Lorenz dankend hervorheben zu müssen.

Zur Orientirung über die Geschichte jener klassischen Wingendorfer Gutswirthschaft diene folgendes. Um für den ausgedehnten Kunstwiesenbau des Staatsguts Bräunsdorf bei Freiberg i. S. das Wasser der Chemnitzbach zu erlangen, kaufte der damalige Wirthschaftsdirector Stecher zu Bräunsdorf im Jahre 1838 ein Bauerngut in Wingendorf, welches das Vorrecht zur Benutzung dieses Wassers hatte.*) Das Königliche Ministerium genehmigte damals die Acquisition dieses Gutes für den Staat nicht, sondern nur die der Wasser-Gerechtsame; der genannte Wirthschaftsdirector Stecher erhielt jedoch die Erlaubniß, dasselbe in seinem Privatbesitz behalten zu dürfen, wenn er es verpachte oder „doch nicht selbst gewöhnliche Wirthschaft auf demselben treibe". So wurde denn das Gut, welches beim Ankaufe ein Areal von 55 Acker 189 □R. = $30,_8$ ha hatte, zum Theil verpachtet, zum Theil in Selbstbewirthschaftung genommen. Letztere geschah ausschließlich durch Lohngespanne und unter Anwendung sogenannter künstlicher Düngemittel. Die erste Guano-Düngung erfolgte im Herbst des Jahres 1846, nachdem dieselbe allerdings versuchsweise auf einzelnen Parzellen schon in den Jahren 1843, 1844 und 1845 angewandt worden war. Der mit ausschließlicher Anwendung von Guano bewirthschaftete Theil des Gutes betrug damals 13 Acker 200 □R. = $7,_3$ ha, und zwar waren es meist die entfernter gelegenen, weniger guten Felder. Allmählich, vom Jahre 1855 an, gelang es, die besseren Felder einzuziehen, die schlechteren dagegen zu verpachten.**) Der Ertrag der Ernten, die Rente des Gutes war vorzüglich. Auf trockenem Boden wurde in Bezug auf die Kultur und die Gare der Stalldünger nicht vermißt.***) Allein der Klee gedieh nicht mehr so üppig, und nur reichlicher Kalkdüngung waren die guten Kleeernten in den Jahren 1859 und 1860 zu verdanken.

---

*) Zeitschrift für deutsche Landwirthe, 1854. S. 161 u. f.
**) Der chemische Ackersmann, 1861, S. 199.
***) a. a. O. S. 15.

Der dritte Bericht*) erwähnt jenes weniger üppige Gedeihen des Klees nicht.

Im Jahre 1872 ging das Gut in den Besitz des Staates über; es umfaßte bei der Uebergabe noch ein Areal von $23^1/_2$ Ackern Feld = 13 ha.**) Die Bewirthschaftungsweise ist die gleiche geblieben, und es ist dem Königlich Sächsischen Ministerium hoher Dank dafür zu zollen, daß es dem vielfach geäußerten Wunsche Gehör gebend der gesammten Landwirthschaft diesen einzig dastehenden Versuch erhielt, einen Versuch, dessen eminenter Werth durch die außerordentliche Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt, mit welcher die Gutsadministration die Ausführung desselben überwacht, unbedingt anerkannt werden muß.

Die Felder erhielten anfänglich nur eine Düngung mit Guano, später aber, vom Jahre 1854 an, wurde Knochenmehl beigefügt und die Guanomenge etwas vermindert. Knochenmehl war früher deswegen nicht angewandt worden, weil seine Wirkung viel weniger intensiv hervortrat, was bei der damals noch mangelhaften Pulverisirung der Knochen leicht erklärlich ist. Der Bericht vom Jahre 1861 hebt ausdrücklich hervor, daß die Bodenkraft noch immer eher im Steigen als in Abnahme zu sein scheine, trotzdem alles auf dem Gute Erzeugte, selbst das Kartoffelkraut, ausgeführt wurde und die Fruchtfolge sehr anstrengend war.

1. Winterroggen mit 2 Ctr. Guano und 10 Ctr. Knochenmehl pro Acker.
2. Timotheegras zu Samen.
3. Winterroggen, wie 1. gedüngt.
4. Hafer.
5. Kartoffeln mit 2 Ctr. Guano und 6 Ctr. Knochenmehl pro Acker.
6. Gersthafer mit Kalk.
7. Klee zu Samen.

Bald stellte es sich jedoch heraus, daß die Verminderung der Menge des angewandten Guanos sich durch geringere Erträge bemerkbar machte, denn wenn auch das einzelne Schock Getreide mehr Körner gab, so fehlte es doch an den Schocken selbst, und die Entwickelung der Pflanzen war von vornherein keine kräftige. Man erhöhte also wiederum die Guanomenge

*) Der chemische Ackersmann. 1868, S. 129 u. f.
**) Sächsische landwirthschaftliche Zeitschrift. 1879. XXVII. Jahrgang. S. 545.

(Mitte der sechziger Jahre) und düngte gleichzeitig mit Phosphaten, Kalk und Kalisalzen. Die Fruchtfolge erlitt ebenfalls eine Modification:

1. Winterroggen.
2. Kartoffeln.
3. Hafer.
4. Schwedischer Klee zu Samen.
5. Winterroggen oder Weizen.
6. Kartoffeln.
7. Hafer.
8. Flachs.

Stecher giebt eine Uebersicht der Ausfuhr und Zufuhr an Nährstoffen vom Jahre 1858 bis 1877, die ich im Nachstehenden ungekürzt folgen lasse, weil sie für die weiteren Untersuchungen von Werth ist.

I. Ausfuhr an Nährstoffen von 1858 bis mit 1862.*)

Frucht.	Pfd.	Phosphorsäure.	Kali.	Kalk.	Talkerde.	Kieselerde.	Stickstoff.
		Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Roggen.	71 575	644	430	27	120	60	**1367,1**
Gerste	8 550	77	51	3,5	16	53	136
Hafer.	7 550	68	45	9	15	**94**	115
Kleesamen . . .	2 413	26,5	29	4	8	4	112
Timotheesamen	7 520	68	56	7,5	30	30	**150,4**
Rapssamen . .	2 250	36	22,5	7,4	7	0,5	67,5
Kartoffeln . . .	130 150	208	781	19,5	50,7	15,6	546,5
Kartoffelkräutig	12 500	75	25	750	—	—	250
Roggenstroh . .	106 650	213	1066,5	**458,6**	138,5	**2996,9**	**383,9**
Gerststroh . . .	19 350	39	193,5	**58,6**	15,8	394	77
Haferstroh . . .	17 060	34	**170,6**	68	34	**421,4**	61
Kleestroh	18 150	73	**217,8**	290	73	73	**272,3**
Timotheestroh .	16 550	66	**198,6**	49,5	**21,5**	**321,1**	**331**
Ueberkehr . . .	15 000	60	180	45	30	375	375
Rapsstroh . . .	1 400	5	14	4	4	**3,5**	4
	Sa. I.	1692,5	**3480,5**	**1801,6**	**563,5**	**4842,6**	**4248,7**

*) Die fett gedruckten Zahlen sind vom Verfasser auf Grund specieller Nachrechnung berichtigt.

II. Ausfuhr von Nährstoffen von 1863 bis mit 1867.*)

Frucht.	Pfd.	Phosphorsäure.	Kali.	Kalk.	Talkerde.	Kieselerde.	Stickstoff.
		Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Weizen	8710	78,4	52,3	**5,2**	**18,3**	**5,2**	165,5
Roggen	71490	643,4	429	26,5	120,8	60	1365,6
Gerste	11490	103,4	69	4,6	21,8	71,8	183,8
Hafer	42900	386,1	257,4	51,5	85,8	534,1	656,4
Kleesamen . . .	4708	**51,8**	**56,5**	7,8	15,6	7,8	219,7
Timotheesamen.	1247	11,2	9,4	1,2	5	5	24,9
Haidekorn . . .	1450	13	16	**0,6**	2,8	9,6	23,2
Leinsamen . . .	3125	50	**43,8**	**10,5**	16,4	1,9	**93,8**
Kartoffeln . . .	372410	**595,9**	2234,4	55,8	145	44,6	**1564,1**
Kartoffelkräutig	20000	120	40	**1200**		—	400
Rothklee, trocken	8300	49,8	149,4	**199,2**		83	183,4
Flachs	10800	13	43,2	25,9	9,7	7,6	—
Weizenstroh . .	17171	34,4	171,7	42,9	10,3	484,2	61,8
Roggenstroh . .	139186	278,4	1391,8	598,5	180,9	**3911,1**	501
Haferstroh . . .	43864	87,7	438,6	175,5	87,7	1083,4	157,9
Kleestroh	41710	166,8	500,5	667,4	166,8	166,8	625,6
Timotheestroh .	9800	39,2	117,6	29,4	12,7	190,1	196
Ueberkehr . . .	58850	235,4	706,2	176,5	117,7	1471,2	1471,2
Ausfuhr 1863—1868	Sa. II.	**2957,9**	**6726,8**	**3278,9**	**1017,3**	**8137,4**	**7893,8**
Ausfuhr 1858—1862	Sa. I.	1692,5	**3480,5**	**1801,6**	**563,5**	**4842,0**	**4248,7**
Ausfuhr auf die Jahre 1858—1868.	Sa. Sr.	**4650,4**	**10207,3**	**5080,5**	**1580,8**	**12979,4**	**12142,5**

Diesen Berechnungen legte Stecher folgende theils dem chemischen Ackersmann 1862, S. 16 und 182, theils dem sächs. Amtsblatt 1860, S. 34 und 1864 S. 52 entnommene Verhältnißzahlen zu Grunde, welche wir im Großen und Ganzen gelten lassen können.

---

*) Die fett gedruckten Zahlen sind auch hier vom Verfasser berichtigt.

1000 Pfund enthalten:

	Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kali.	Kalkerde.	Talkerde.	Kieselerde.
Weizenkörner . . .	19	9	6	0,6	2,1	0,6
Roggenkörner . . .	19,1	9	6	0,37	1,69	0,84
Gerstenkörner . . .	16	9	6	0,4	1,9	6,25
Haferkörner	15,3	9	6	1,2	2	12,45
Kleesamen	46,66	11	12	1,66	3,32	1,66
Timotheesamen . .	20	9	7,5	1	4	4
Rapssamen	30	16	10	3,29	3	0,22
Haidekorn	16	9	11	0,4	1,9	6,25
Leinsamen	30	16	14	3,36	5,24	0,60
Kartoffeln	4,2	1,6	6	0,15	0,39	0,12
Kartoffelkraut . . .	20	6	2	60		—
Kleeheu	22,1	6	18	24		10
Flachsstengel . . .	—	1,2	4	2,4	0,9	0,7
Weizenstroh	3,6	2	10	2,5	0,6	28,2
Roggenstroh	3,6	2	10	4,3	1,3	28,1
Gerststroh	4	2	10	3,03	0,82	20,4
Haferstroh	3,6	2	10	4	2	24,7
Kleestroh	15	4	12	16	4	4
Timotheestroh . . .	20	4	12	3	1,3	19,4
Ueberkehr	25	4	12	3	2	25
Rapsstroh	2,6	3,6	10	3	3	2,5

Dieser Ausfuhr steht gegenüber folgende Zufuhr:

Zufuhr an Pflanzennährstoffen in 10 Jahren.

Düngestoffe.	Pfd.	Phosphorsäure.	Kali.	Kalk.	Talkerde.	Kieselerde.	Stickstoff.
		Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Von 1857 bis mit 1861							
Peru-Guano	11250	1125	337	1237	112	—	1350
Knochenmehl	29100	6984	—	9224	291	—	1251
Zufuhr 1857 bis 1861.		8109	337	10461	403	-	2601

Düngestoffe.	Pfd.	Phosphorsäure.	Kali.	Kalk.	Talkerde.	Kieselerde.	Stickstoff.
Von 1862 bis mit 1866		Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Peru-Guano	19 100	1 910	543	2 101	191	—	2291
Knochenmehl	19 900	4 776	—	6 058	199	—	822
Phosphat von Köthen*) . .	9 500	1 710	—	1 710	47	—	47
Phosphat von Galle*) . . .	3 600	500	—	540	—	—	18
Baker-Guano	11 833	3 450	—	2 130	58	—	58
Ammoniak-Phosphat	2 200	220	—	—	—	—	176
Dolomit-Kalk	18 400	73	92	9200	5520	—	—
Kalisalz	4 450	—	445	—	—	—	—
Schwefelsäure z. Aufschließen	4 400	—	—	—	—	—	—
Zufuhr 1862 bis 1866 . .		12639	1080	21739	6015	—	3412
Zufuhr 1857 bis 1861 . .		8 109	337	10461	403	—	2601
Zufuhr von 1857 bis mit 1866		20 748	1417	32200	6418	—	6013

Es wurde hierbei folgender Gehalt der Düngemittel angenommen:

In 1000 Pfund.

	Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kali.	Kalkerde.	Talkerde.	Kieselerde.
Peru-Guano	120	100	30	110	10	—
Knochenmehl	43	240	—	317	10	—
Köthen'sches Superphosphat	5	180	—	180	5	—
Galle'sches Superphosphat	5	140	—	150	5	—
Baker-Guano	5	300	—	180	5	—
Ammoniak-Phosphat	80	100	—	—	—	—
Kalk, dolomitischer	—	—	5	500	300	—
Kalisalz	—	—	100	—	—	—
Schwefelsäure	—	—	—	—	—	—

In dem schon oben erwähnten vierten Bericht wird außer dem Mißrathen des Klees auch das schlechte Gedeihen der Gräser und des Flachses

*) Namen der Lieferanten. Verf.

constatirt. Infolge dessen mußte wiederum eine Veränderung der Fruchtfolge eintreten und zwar ist jetzt dieselbe:*)

1. Roggen.	4. Wicken.	7. Hafer.
2. Kartoffeln.	5. Roggen.	8. Schwedischer Klee (ev. Wickgemenge u. s w.)
3. Hafer.	6. Kartoffeln.	

Die Aus- und Einfuhr an Nährstoffen während der Jahre 1868—77.

I. Ausfuhr an Pflanzennährstoffen.

a) Durch die Ernten in den Jahren 1868, 1869, 1870, 1871 und 1872.

Frucht.	Pfd.	Stickstoff.		Phosphorsäure.		Kali.		Kalk.	
		à 1000 Pfd.	Pfd.	à 1000 Pfd.	Pfd.	à 1000 Pfd	Pfd.	à 1000 Pfd.	Pfd.
Roggenkörner	44 508	17,6	783,34	8,4	373,87	5,6	249,24	0,5	22,25
Roggenstroh	110 642	4,0	442,57	2,1	232,35	7,8	863,00	3,5	387,25
Gerstenkörner	4 524	16,0	72,38	7,7	34,83	4,5	20,36	0,6	2,71
Gerststroh	540	6,4	3,46	1,9	1,03	9,4	5,08	3,2	1,73
Haferkörner	63 300	19,2	1215,36	6,2	392,46	4,4	278,52	1,0	63,30
Haferstroh	80 456	5,6	450,55	1,9	152,87	8,9	716,06	3,6	289,64
Buchweizenkörner . . .	2 957	14,4	42,58	5,7	16,86	2,7	7,98	0,5	1,48
Buchweizenstroh	747	13,0	9,71	6,1	4,56	24,2	18,08	9,5	7,10
Rohflachs, trocken . . .	10 800	—	—	4,0	43,20	9,4	101,52	6,8	73,44
Leinsamen	1 520	32,8	49,86	13,5	20,52	10,0	15,20	2,6	3,95
Kleesamen	1 301	30,5	39,68	14,5	18,86	13,5	17,56	2,5	3,25
Stroh vom Kleesamen	25 175	12,5	314,69	4,3	108,25	9,8	246,72	15,6	392,73
Kartoffeln	347 740	3,4	1182,32	1,6	556,38	5,7	1982,12	0,2	69,55
Kräutig (1/3 d. Knollen)	115 913	4,9	567,97	1,6	185,46	4,3	498,43	6,4	741,84
Summa a:			5174,47		2141,50		5019,87		2060,22

b) In den Jahren 1873, 1874, 1875, 1876 und 1877.

Roggenkörner	60 533	17,6	1065,38	8,4	508,48	5,6	338,98	0,5	30,27
Roggenstroh	135 935	4,0	543,74	2,1	285,46	7,8	1060,29	3,5	475,77
Haferkörner	56 450	19,2	1083,84	6,2	349,99	4,4	248,38	1,0	56,45
Haferstroh	72 250	5,6	404,60	1,9	137,28	8,9	643,03	3,6	260,10
Kartoffeln	376 160	3,4	1278,94	1,6	601,86	5,7	2144,11	0,2	75,23
Kartoffelkräutig	125 386	4,9	614,39	1,6	200,62	4,3	539,16	6,4	802,47
Buchweizenkörner . . .	1 540	14,4	22,18	5,7	8,78	2,7	4,16	0,5	0,77
Buchweizenstroh	2 000	13,0	26,00	6,1	12,20	24,2	48,40	9,5	19,00
Flachs	1 200	—	—	4,0	4,80	9,4	11,28	6,8	8,16
Leinsamen	104	32,8	3,41	13,5	1,40	10,0	1,04	2,6	0,27
Kleestroh	15 000	12,5	187,50	4,3	64,50	9,8	147,00	15,6	234,00
Kleesamen	1 320	30,5	40,26	14,5	19,14	13,5	17,82	2,5	3,30
Wicken	5 420	44,0	238,48	10,0	54,20	8,1	43,90	2,1	11,38
Wickenstroh	13 200	12,0	158,40	2,7	35,64	6,3	83,16	15,6	205,92
Summa b.:			5667,12		2284,35		5330,71		2183,09
Summa a.:			5174,47		2141,50		5019,88		2060,22
Sa. Sar.:			10841,59		4425,85		10350,58		4243,31

*) Ich verdanke die Mittheilung derselben der Güte des Herrn Administrator Lorenz.

II. Zufuhr in Pflanzennährstoffen durch die Düngung in den Jahren 1868, 1869, 1870 bis 1877 bei 23½ Acker Feld.

Jahr.	Düngestoffe.	Pfd.	Procentsatz. Stickstoff.	Procentsatz. Phosphorsäure.	Procentsatz. Kali.	Procentsatz. Kalkerde.	Stickstoff. Pfd.	Phosphorsäure. Pfd.	Kali. Pfd.	Kalk. Pfd.
1868	Aufgeschlossener Guano	6 050	10	10	—	—	605	605	—	—
	Phosphate	5 400	10	10	—	—	540	540	—	—
	3fach concentr. Kalisalz	1 700	—	—	30	—	—	—	510	—
	26 Scheffel Kalk . . .	5 200	—	—	—	30	—	—	—	1560
1869	Aufgeschlossener Guano	7 000	10	10	—	—	700	700	—	—
	Phosphate	600	10	10	—	—	60	60	—	—
	3fach concentr. Kalisalz	500	—	—	30	—	—	—	150	—
1870	Aufgeschlossener Guano	5 400	9	9	—	—	486	486	—	—
	Knochenmehl	2 100	3	20	—	—	63	420	—	—
	3fach concentr. Kalisalz	2 000	—	—	30	—	—	—	600	—
	50 Scheffel Kalk . . .	10 000	—	—	—	30	—	—	—	3000
1871	Aufgeschlossener Guano	8 965	9	9	—	—	807	807	—	—
	Knochenmehl	2 200	3	20	—	—	66	440	—	—
	3fach concentr. Kalisalz	500	—	—	30	—	—	—	150	—
1872	Knochenmehl	3 300	3	20	—	—	99	660	—	—
	Aufgeschlossener Guano	7 355	8	9	—	—	588	662	—	—
	3fach concentr. Kalisalz	700	—	—	30	—	—	—	210	—
	35 Scheffel Kalk . . .	7 000	—	—	—	30	—	—	—	2100
	Schwefels. Ammoniak	800	20	—	—	—	160	—	—	—
	desgl.	1 300	20	—	—	—	260	—	—	—
1873	Aufgeschlossener Guano	11 090	9	9	—	—	998	998	—	—
	Superphosphat . . .	1 540	10	10	—	—	154	154	—	—
	3fach concentr. Kalisalz	600	—	—	30	—	—	—	180	—
	45 hl Kalk	9 000	—	—	—	30	—	—	—	2700
1874	Aufgeschlossener Guano	3 600	9	9	—	—	324	324	—	—
	Superphosphat . . .	2 400	8	12	—	—	192	288	—	—
	Knochenmehl	2 600	3	20	—	—	78	520	—	—
	Mejillones-Guano . .	1 014	—	20	—	—	—	203	—	—
	Blutmehl	1 400	37	—	—	—	518	—	—	—
	3fach concentr. Kalisalz	1 350	—	—	30	—	—	—	405	—
	36 hl Kalk	7 200	—	—	—	30	—	—	—	2160
1875	Phosphat	4 600	8	11	—	—	368	506	—	—
	Bakerphosphat	3 000	8	9	—	—	240	270	—	—
	Knochenmehlphosphat	2 000	—	20	—	—	—	400	—	—
	40 hl Kalk	8 000	—	—	—	30	—	—	—	2400
1876	Fischguano	3 200	8	10	—	—	256	320	—	—
	Chilisalpeter	500	15	—	—	—	75	—	—	—
	Phosphat	5 550	8	12	—	—	444	666	—	—
	Knochenmehl	1 000	4	20	—	—	40	200	—	—
	50 hl Kalk	10 000	—	—	—	30	—	—	—	3000
	Kalisalz	220	—	—	30	—	—	—	66	—
1877	Fischguano	6 900	8	12	—	—	552	828	—	—
	Phosphat	2 300	8	10	—	—	184	230	—	—
	desgl.	900	6,5	10	—	—	58	90	—	—
	Knochenmehl	1 000	4	21	—	—	40	210	—	—
	Kalisalz	1 500	—	—	27	—	—	—	405	—
	52 Scheffel Kalk . . .	10 400	—	—	—	30	—	—	—	3120
	Sa. Sar.						8955	11587	2676	20040
	Sa. Sar. der Ausfuhr						10841,59	4425,85	10350,58	4243,31
	Mehrzufuhr						—	7161,15	—	15796,69
	Weniger Zufuhr						1886,59	—	7674,58	—
	Durch die Atmosphäre						3525			
							1639 mehr als nöthig.			

Die Höhe der Felder der Wingendorfer Flur über der Ostsee beträgt gegen 400 m. Ziemlich stark hügelig zeigen sie ganz den Character des mittleren Erzgebirges, dem sie angehören. Dieser Lage entsprechen auch die Temperaturverhältnisse, zu deren Beurtheilung ich die für das nahe und in fast gleicher Höhe gelegene Freiberg gefundenen Zahlen anführe.*)

	Mittlere Temperatur.	Mittlerer Barometerstand.	Mittlere relative Feuchtigkeit.	Höhe der Niederschläge	Anzahl der Tage mit
Jahr.	Grade C.	mm	%	mm	Regen.
1871	6,13	726,34	76,38	528,64	226
1872	8,64	725,43	74,06	636,37	222
1873	7,77	726,91	74,60	593,99	231
1874	7,38	727,17	74,06	401,16	207
1875	6,55	727,03	75,10	562,99	174
1876	7,52	725,33	74,60	467,77	175
1877	7,56	725,22	75,56	527,40	193
1878	7,74	724,95	77,56	593,93	184
Im Durchschnitt von 8 Jahren	7,41	726,04	75,24	539,03	201

Weitere Anhaltspunkte dürften auch folgende Daten gewähren:

Jahr.	Letzter	Erster	Letzter	Erster	Letzter	Erster
	Nachtfrost.		Frosttag.		Schnee.	
1866	23. Mai	11. October	23. März	27. October	20. Mai	10. November
1867	26. Mai	26. September	22. März	5. November	25. Mai	6. October
1868	16. April	30. October	11. April	8. November	17. April	30. October
1869	5. Mai	28. October	24. März	28. October	3. Mai	17. October
1870	30. April	5. October	30. März	30. November	5. Mai	11. October
1871	19. Mai	13. October	2. April	26. October	19. Mai	8. October
1872	17. April	23. September	?	?	11. Mai	16. October
1873	30. April	10. November	21. März	11. November	8. Juni	21. October
1874	17. Mai	31. October	?	?	3. Mai	8. November
1875	25 April	19. October	29. März	25. October	24. April	23. October
1876	20. Mai	20. October	26. März	4. November	14. Mai	31. October
1877	5. Mai	6. October	22. März	27. November	3. Mai	19. September
1878	9. April	31. October	26. März	3. November	8. Mai	30. October

*) Diese Angaben sind der Zeitschrift des statistischen Bureaus des Kgl. sächsischen Ministeriums des Innern und dem Kalender und statistischen Jahrbuche für das Königreich Sachsen entnommen.

Die Wingendorfer Felder gehören dem Gneisgebiet des sächsischen Erzgebirgs an, welches im Allgemeinen ein nicht erheblich wellenförmiges gegen NW. geneigtes Plateau darstellt.*) Die Berggipfel erheben sich aus ihm meist flach und abgerundet, während die Fluß- und Bachthäler tief in dasselbe einschneiden. Die flachen Höhen und welligen Bergrücken, welche im Erzgebirge den größten Theil des Flächenraums einnehmen, und so auch diejenigen in der Nähe Freibergs, haben eine ziemlich gleichmäßige Auflagerung von 4 Fuß = 1,₁₂ m Schutt und Boden, von denen der zu Tage liegende Theil bis zu einer Tiefe von 1—2 Fuß = 28—56 cm als anbaufähig zu betrachten ist. Darunter liegt dann Schutt, lose Gesteinstrümmer, welche den allmählichen Uebergang in das Grundgebirge vermitteln. Dieses ist der Gneis, eine Felsart von wenig constanter Zusammensetzung.**) Der typische graue Freiberger „Normalgneis" oder Glimmergneis, auf dessen chemische Zusammensetzung später zurückzukommen sein wird, ist ein krystallinisch-körniges Gemenge von graulich-, gelblich-, grünlichweißem Feldspath und graulichweißem bis lichtgrauem Quarz mit dunkelgrauem, braunem bis tiefschwarzem Glimmer. Letzterer findet sich gewöhnlich in der Weise, daß sich die kleinen Glimmerschuppen zu größeren, sanft gebogenen Lamellen vereinigen oder auch zu größeren Schuppen anordnen.***) In beiden Fällen ist die Anordnung in der Regel vollkommen parallel, und da der Glimmer fast stets in bedeutender Menge vorhanden ist, hat der Gneis auf der Bruchfläche in der Schichtungsrichtung ein dunkles Aussehen, und nur auf dem Querbruche tritt der Quarz und Feldspath deutlich hervor. Diese Bestandtheile des Gneises werden aber häufig durch andere ersetzt, wie der Quarz durch Dichroit, der Glimmer durch Talk, Chlorit und Hornblende; oft tritt auch einer der drei Bestandtheile mehr oder minder vollständig zurück, ohne daß ein anderes Mineral eintritt. Dies ist z. B. häufig mit dem Feldspath der Fall, sodaß das Gestein in Glimmerschiefer übergeht. Innerhalb des Gebietes des grauen Gneises findet sich hie und da zerstreut der sogenannte rothe Gneis, in dem der rothe Feldspath vorherrscht. Zwischen diesen beiden Gneisarten findet nach

*) Fallou, Grund und Boden des Königreichs Sachsen, Dresden 1868, S. 88 u. f.

**) Fallou, a. a. O. S. 37.

***) Tharander Jahrbuch, zugleich Festschrift zum 50jährigen Jubiläum der Akademie, 1866, II Abtheilung S. 6.

Müller*) ein wesentlicher Unterschied in Bezug auf die Verwitterung statt, indem der graue Gneis derselben viel weniger Widerstand zu leisten vermag als der rothe. So steht denn auch der graue Gneis nur an den steilen Thaleinschnitten in Felsen zu Tage, während der rothe Gneis auf den flachen Bergrücken noch zahlreiche Felskämme bildet oder doch in zahlreichen, noch ziemlich scharfkantigen Bruchstücken auf der Oberfläche des Bodens zu finden ist. In Uebereinstimmung mit dieser Beobachtung befinden sich die Resultate Hilger's**) für den dem Glimmergneis nahe verwandten Glimmerschiefer von Munzig bei Meißen, der einen auffallend raschen Zerfall der größeren Gesteinsstücke in kleinere Bruchstücke infolge des Einflusses der Vehikel der Verwitterung zeigt, während die Bildung der Feinerde sehr langsam erfolgt. Bei der Bestellung der Aecker müssen die größeren Gesteinstrümmer entfernt werden; gewöhnlich setzt man sie zu pyramidenähnlichen Haufen am Rande der Felder auf oder bildet durch sie Mauern um die Aecker, wodurch namentlich die Feldfluren des höher gelegenen Theils des sächsischen Erzgebirges ein so charakteristisches Gepräge erhalten. Nicht selten siedeln sich auch Bäume und Sträucher auf ihnen an, und dann ähneln sie sehr den Knicks Schleswig-Holsteins, mit denen sie auch alle Vortheile und Nachtheile für die Feldkultur gemeinsam haben. — Der aus dem Glimmergneis hervorgegangene Ackerboden enthält nach den Angaben Fallou's***) nach 18 speciell untersuchten Belegen in 1000 Gewichtstheilen

	Reinerde.	Todtes Gestein.
in der Ackerkrume	605	395
im Untergrunde	482	518.

Zur Entnahme dieser Belege †) wurden ausschließlich Blachhöhen oder flache, nicht über 10° geneigte Abhänge genommen, wo der Boden mit aller Wahrscheinlichkeit sich in seiner Integrität, in seiner ursprünglichen Lagerung erhalten hatte.

Es finden sich, wie schon oben erwähnt wurde, im sächsischen Erzgebirge ver-

---

*) Jahrbuch für Mineralogie. 1850, S. 592, angeführt von Krutzsch, Tharander Jahrbuch 1866, S. 7. Abth. II.

**) Ueber Verwitterungsvorgänge bei krystallinischen und Sedimentär-Gesteinen. Landw. Jahrbücher. VIII. Band, 1879, S. 1 u. f.

***) Grund und Boden des Königreichs Sachsen, Dresden 1868, S. 216

†) a. a. O. S. 5.

schiedene Gneis-Varietäten und diese wechseln oft sogar auf ein und derselben Stelle in verschiedener Tiefe miteinander. Da nun ferner auch ein und derselbe Gemengtheil in Farbe, Gestalt, Größe örtlich erhebliche Verschiedenheiten zeigt, und hierzu noch der Einfluß tritt, welchen der Neigungswinkel des Ackers auf die Beschaffenheit des Bodens in chemischer und physikalischer Beziehung ausübt, so kann es uns nicht Wunder nehmen, daß selbst auf der kleinen Fläche des kleemüden Wingendorfer Bauerngutes so wenig Uebereinstimmung zwischen Feinernde und Bodenskelett einerseits und chemischer Zusammensetzung andererseits herrscht, Verhältnisse, auf die ich später ebenfalls zurückzukommen habe.

Für die Beurtheilung eines Verwitterungsbodens ist die Zusammensetzung des Urgesteins nicht ohne Bedeutung, und ich führe daher die für grauen Freiberger Normalgneis gefundenen Zahlen an.

	Gneis von Kl.-Waltersdorf b. Freiberg.*)
$\ddot{\mathrm{Si}}$	$65_{,32}$
$\overset{\dots}{\overline{\mathrm{Al}}}$	$14_{,77}$
$\overset{\dots}{\mathrm{Fe}}$	$3_{,33}$
$\dot{\mathrm{Fe}}$	$3_{,08}$
$\mathrm{M\dot{n}}$	$0_{,14}$
$\dot{\mathrm{Ca}}$	$2_{,51}$
$\mathrm{M\dot{g}}$	$2_{,04}$
$\dot{\mathrm{K}}$	$4_{,78}$
$\dot{\mathrm{Na}}$	$1_{,99}$
$\dot{\mathrm{H}}$	$1_{,01}$.

Das specifische Gewicht der Glimmergneise giebt Credner**) zu $2_{,6}$—$2_{,7}$ an.

III.

Die Erklärung der Ursachen der Müdigkeitserscheinungen unserer Kulturpflanzen erfordert stets ein eingehendes Studium der Verhältnisse in den betreffenden Oertlichkeiten. Von den für alle höher organisirten Pflanzen

*) Krutzsch, a. a. O. S. S.

**) Credner, Elemente der Geologie, III. Aufl. 1876, S. 101. Derselbe nimmt folgende durchschnittliche Zusammensetzung der Glimmergneise an: Kieselsäure 70—80 %, Thonerde $14_{,20}$ %, Eisenoxydul $6_{,10}$ %, Kalk $2_{,50}$ %, Kali $3_{,00}$ %, Natron $2_{,10}$ %, Wasser $1_{,20}$ %.

gemeinsamen Grundbedingungen der normalen Ernährung ausgehend hat sie die specielle Anforderung der betreffenden Pflanze an Klima, Boden, Bodenbearbeitung, Düngung u. s. w. genau zu berücksichtigen. Falls sich hierdurch keine genügende Erklärung finden läßt, muß sich eine gründliche Untersuchung auf das Vorhandensein schädigender Parasiten anschließen. Erst dann, wenn auch diese die Ursache der Müdigkeit nicht ergiebt, ist der Schluß berechtigt, daß Erschöpfung des Bodens an Nährstoffen vorliegt. Hierauf wäre dann zum näheren Nachweis des Stoffmangels die Untersuchung zu richten. Die Möglichkeit, daß der Boden specifisch schädliche Stoffe (Gifte) enthalte, ist ausgeschlossen, sofern sich das Nichtgedeihen auf eine oder wenige Pflanzenarten beschränkt.

Nach dem oben erwähnten vierten Bericht über die Wingendorfer Wirthschaft schien es mir nun wahrscheinlich, daß die dort auftretende Kleemüdigkeit durch Parasiten veranlaßt sei. Ich bat daher im Januar 1880 den dortigen Administrator Herrn K. Lorenz um Uebersendung einiger Kleepflanzen. Sobald der Boden frostfrei geworden, entsprach derselbe meinem Wunsche in der zuvorkommendsten Weise. Auf den mir übersandten Pflanzen fand sich ein Phacidium, dem Ph. Medicaginis Lasch ähnlich, massenhaft vor, ein anderer Parasit war dagegen nicht zu finden. Allerdings trugen die Wurzeln ziemlich zahlreich jene kleinen Anschwellungen, die bei den Papilionaceen so regelmäßig aufzutreten pflegen und über deren Natur man noch nicht völlig aufgeklärt ist. De Vries*) hält diese Knöllchen für verdickte adventive Wurzelzweige mit beschränktem Längenwachsthum, für normale nothwendige Organe dieser Pflanzen, deren Function Neubildung von Eiweiß ist. Die in ihnen auftretenden bakterienähnlichen Gebilde und Pilzhyphen kann derselbe nicht als in ursächlicher Beziehung zu der Bildung der Knöllchen stehend betrachten, er hält sie im Gegentheil für nachträglich eingedrungen. Andere Forscher erklären sie dagegen für Gallen, für Wucherungen,**) hervorgerufen durch noch nicht genau studirte

*) Landwirthschaftliche Jahrbücher. VI. Band 1877, S. 933 u. f.

**) Frank, a. a. O. S. 650. Botanische Zeitung 1879. Nr 24, 25. S. 377 u. f., 392 f. u.

Jacob Erikssen, Studier öfver Leguminosernas rotknölar, Referat in der Botanischen Zeitung 1874, S. 381 und Woronin, Referat ebendaselbst 1866, S. 339.

Kny, Sitzungsberichte des Botan. Vereins f. d. Provinz Brandenburg 1878, 26. April S. 55; ebendaselbst 1879, 27. Juni S. 115.

F. Rautenberg und G. Kühn, landw. Versuchsstationen VI. 1864, S. 358.

parasitische Organismen, für welche Annahme das regelmäßige Auftreten der letzteren allerdings zu sprechen scheint. Jedenfalls steht fest, daß diese Wurzelknöllchen auf das Gedeihen der Pflanzen keinen nachtheiligen Einfluß ausüben und nicht eine Zerstörung der Wurzeln herbeiführen können, wie Thiel*) befürchtete. Sie finden sich auch ganz allgemein auf Böden mannigfaltigster Art verbreitet; für unsere Frage kommen sie demnach nicht in Betracht.

Am 12. Mai 1880 besichtigte ich die Wingendorfer Felder. Die Kleepflanzen waren fast sämmtlich mit dem Phacidium stark besetzt, und da das krankhafte Aussehen derselben infolge der Schädigung durch Fröste noch vermehrt worden war, glaubte ich, das Auftreten der Kleemüdigkeit auf diesen Parasiten zurückführen zu müssen. Es mußte mir daher zunächst daran gelegen sein, die Entwickelung desselben und speciell seine Uebertragbarkeit festzustellen, auch war es von Bedeutung zu untersuchen, ob der auf dem Rothklee auftretende Parasit eine selbstständige oder eine zu Phacidium Medicaginis gehörige Form sei. Ich säete daher im Garten des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle a. S. am 25. Mai 1880 je ein Beet mit Rothklee und Luzerne an, und suchte eine Infection der jungen Pflanzen in der Weise zu bewirken, daß ich neben diese Beete kranke Wingendorfer Kleestöcke pflanzte und von diesen abgefallene mit Phacidium behaftete Blätter auf die jungen Kleepflanzen streute, nachdem sie eine Höhe von ungefähr 10 cm erreicht hatten. Die Infection gelang bei dem Klee sowohl als auch bei der Luzerne vollständig, so daß ich schon am 2. Juli die ersten Perithecien fand. Es schien mir daher schon durch diese Resultate wahrscheinlich, daß das Phacidium des Rothklees gleicher Art mit der auf der Luzerne vorkommenden Form sei; ich glaubte aber dennoch die bezüglichen Versuche wiederholen zu müssen, da ich in der Umgegend von Halle Phacidium ebenfalls massenhaft und zwar auch auf Luzerne vorfand, und daher die Möglichkeit einer Infection durch zufällig z. B. durch Wind und Insecten herbeigebrachte Sporen nicht ausgeschlossen war, obgleich ich auf den übrigen im Institutsgarten wachsenden Klee- und Luzernepflanzen das Vorkommen von Phacidien in keinem Falle constatiren konnte. Ich wiederholte also den Versuch in einer Weise, bei welcher die Möglichkeit einer

*) Fühling's neue landwirthschaftliche Zeitung 1867, S. 107, 108.

Infection durch anderswoher stammende Sporen ausgeschlossen war. Der Klee und die Luzerne wurden in Töpfe gesäet, und diese blieben so lange in einem Gewächshause stehen, bis die Pflanzen zur Infection genügend entwickelt erschienen. Ich nahm sie alsdann in das für diese Untersuchungen bestimmte Zimmer und inficirte die Pflanzen in der Weise, daß ich Perithecien von Klee auf Luzerne und von Luzerne auf Klee brachte. Die Pflanzen wurden sodann mit Glasglocken bedeckt. Die Infection gelang auch hier vollständig, die Pflanzen erkrankten prompt. Es wurden nunmehr auch Messungen der Sporen und Schläuche vorgenommen, deren Resultat mit den Angaben Fuckel's*) für Ph. Medicaginis im allgemeinen übereinstimmte. Die Schläuche haben nach diesen eine Länge von durchschnittlich etwa 75 Mik. und eine Breite von 10 Mik., die Sporen dagegen 8 Mik., resp. 4 Mik. Selbstverständlich fanden sich erhebliche Differenzen der Maße; allein diese traten bei dem Phacidium auf Klee und Luzerne in gleicher Weise auf, so daß ich zu der Ueberzeugung gelangte, daß das auf dem Rothklee und anderen Trifolium-Arten vorkommende Phacidium nur eine Form des Phacidium Medicaginis ist. Nach diesem Untersuchungsergebniß war es wahrscheinlich, daß auch das Phac. Trifolii (Bernh.) Boud.**) nicht anderes sei, als eine Form von Ph. Medicaginis. Eine Vergleichung der von Saccardo a. a. O. gelieferten Exemplare bestätigte diese Annahme. Die Aufstellung der Species Phacidium Trifolii (Bernh.) Boud. ist somit nicht zuläßig. Das auf Klee vorkommende Phacidium ist nur eine Form des Ph. Medicaginis und muß daher genannt werden: Phacidium Medicaginis form. Trifolii. Dasselbe fand ich auf:

Trifolium pratense pratorum (Alefeld).

Trifolium pratense sativum (Schreber et Hoppe).

Trifolium medium L.

Trifolium repens L.

Trifolium hybridum L.

Schon der Umstand, daß der in Rede stehende Parasit auf so verschiedenen Kleearten auftritt und insbesondere auch auf der Luzerne vorkommt, mußte es wahrscheinlich machen, daß das auf dem Wingendorfer

---

*) Fuckel, Symbolae Mycologicae. Wiesbaden. 1869, S. 263.

**) Saccardo, Mycotheca Veneta Nr. 721. (1876).

Klee beobachtete Phacidium mit der Kleemüdigkeit der Aecker in keiner Beziehung stand. Dies bestätigten weitere Beobachtungen, denn dasselbe trat im Hochsommer in einem sehr großen Verbreitungsbezirke massenhaft auch auf Feldern auf, welche von Kleemüdigkeit keine Spur zeigten. Die Witterungsverhältnisse des Jahres 1880 müssen der Entwickelung und Verbreitung dieses Pilzes ebenfalls sehr günstig gewesen sein; im Jahre 1881 fand ich ihn in der Umgegend von Halle und in Wingendorf relativ selten, aber trotzdem zeigten die Wingendorfer Felder die Symptome der Kleemüdigkeit in unveränderter Weise.

Da somit in dem Auftreten von Parasiten irgend welcher Art die Ursache der Kleemüdigkeit auf den Wingendorfer Feldern nicht gefunden werden konnte, so mußten die Untersuchungen nach anderer Richtung hin fortgesetzt werden, und es war bei der Lage der Dinge nur noch die Möglichkeit vorhanden anzunehmen, daß die Ursache der Wingendorfer Kleemüdigkeit in der Beschaffenheit des Bodens zu finden sei. Ich schritt daher zur Untersuchung der Erde der Wingendorfer Aecker nach den mir von Herrn Geheimen Regierungsrath Prof. Kühn gütigst gegebenen Directiven. Die Analysen wurden im Laboratorium des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle ausgeführt.

Die Beurtheilung der Fruchtbarkeit eines Bodens nach den Ergebnissen der chemischen Analyse kann nur auf Grund einer Vergleichung mit denen anderer, möglichst gleichartiger Böden geschehen, und auch dann ist der Werth derselben je nach Art des angewandten Lösungsmittels ein sehr verschiedener. Analysen von Bodenextracten, welche durch starkangreifende Säuren dargestellt wurden, können im Allgemeinen nicht zur Beurtheilung der Fruchtbarkeit eines Ackers direct dienen, sie können nur ungefähr zeigen, was man von dem Boden im Laufe der Zeit durch Verwitterung u. s. w. erwarten kann. Es ist daher von untergeordneter Wichtigkeit, ob concentrirte Schwefelsäure, kalte oder heiße Salzsäure angewandt wird, sofern nur die Analysen in allen wesentlichen Punkten nach einem gemeinsamen Plane ausgeführt werden, denn nur unter dieser Voraussetzung lassen sich die Resultate vergleichen und für die wissenschaftliche Bodenkunde wie für die Praxis der Landwirthschaft verwerthen. Die Anwendung verdünnter Salpetersäure, von Essigsäure und salzhaltigen Flüssigkeiten zur Herstellung der Bodenextracte ist nicht rathsam, da die durch diese

Mittel gelöste Phosphorsäure oft sofort durch das meist in großer Menge vorhandene Eisenoxyd oder durch Silicate allerlei Art gebunden wird. Wolff meint, durch Behandlung des Bodens mit 5—10% kalter Salzsäure in Bezug auf die Phosphorsäure am ehesten brauchbare Resultate zu erhalten,*) während die gesammte Phosphorsäure durch das Kochen des Bodens mit concentrirter Salzsäure fast immer vollständig extrahirt wird. Dasselbe findet bei gewissen Böden z. B. in dem von Wolff untersuchten Gryphiten- und Muschelkalk-Verwitterungsböden fast ebenso vollständig statt, wenn man den Boden einfach mit kalter concentrirter Salzsäure schüttelt. Anderen Böden entzieht dasselbe Lösungsmittel in gleicher Weise angewandt dagegen nur $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$ der Gesammtmenge der vorhandenen Phosphorsäure. Ebenso abhängig von der eigenthümlichen Beschaffenheit des Ackerbodens ist die Menge des durch Säuren extrahirbaren Kalis. Dieselbe beträgt nach den Angaben Wolff's bei Anwendung kalter concentrirter Salzsäure 0,8—9,62%, bei der heißer 2,6—32,3% des Gesammtkalis.**) Bei den vorliegenden Untersuchungen war die Anwendung heißer Salzsäure schon durch den Umstand geboten, daß bei den für unseren Gegenstand in Betracht kommenden Analysen, welche im Tharandter Laboratorium ausgeführt worden waren, die Extraction des Bodens mit warmer, wenn auch verdünnter Salzsäure bewirkt wurde. Im Auszuge mit kohlensäurehaltigem Wasser finden sich alle diejenigen Stoffe, welche im Boden in leicht löslichen Verbindungen vorhanden sind. Die Resultate einer Analyse desselben sind daher namentlich bei der Vergleichung verschiedener relativ gleichartiger Böden von großer Bedeutung.

Die zu untersuchenden Erdproben entnahm ich demjenigen Felde der Wingendorfer Flur, welches wegen seiner sehr intensiven Kleemüdigkeit dem Gutsadministrator zum Versuchsfeld besonders geeignet erschien, und zwar sollte auf demselben der Einfluß verschiedener Düngemittel auf den Ertrag des Rothklees beobachtet werden. Dieses Feld war bis 1854 verpachtet gewesen und hatte nach der Angabe des Herrn Administrator Lorenz im Jahre 1851 die letzte Düngung mit Stalldünger erhalten. Ein Theil desselben war im Winter 1879—80 mit Asche, ein zweiter mit Jauche und ein dritter mit Stalldünger gedüngt worden. Die Proben entnahm ich den mit Asche und

*) Wolff, Anleitung zur chemischen Untersuchung. III. Auflage. Berlin 1875, S. 96.
**) a. a. O. S. 94.

Stalldünger gedüngten Parzellen.*) Es sei in Bezug auf die unten folgenden Analysen schon an dieser Stelle bemerkt, daß die Proben des Wingendorfer Bodens A. der mit Asche, die des Wingendorfer Bodens B. der mit Stallmist gedüngten Parzelle entnommen sind. Es wird von hohem Interesse sein, nach Verlauf eines längeren Zeitraumes festzustellen, in welcher Weise der Nährstoffgehalt des Bodens durch die Düngemittel resp. durch eine Modification der Fruchtfolge verändert sein wird. — Das betreffende Feld gehört nach einer brieflichen Mittheilung des Herrn Administrator Lorenz der Bodenklasse 4 sächsischer Bonitirung an: tiefer frischer Mittelboden, sandhaltiger Lehm, guter Gerstenboden. Seine Neigung nach Süd-Ost ist ganz unbedeutend, sie mag kaum einen Grad betragen. Die übrigen Wingendorfer Felder sind von etwas weniger guter Beschaffenheit, so daß der vorherrschende Boden im Allgemeinen als mittlerer Gerstenboden, zum Theil aber auch nur als Haferboden bezeichnet werden kann.*)

Zum Vergleich nahm ich ferner von einem Bräunsdorfer Felde von möglichst ähnlicher Beschaffenheit, welches regelmäßig in der Rotation mit Stallmist gedüngt wird und auf dem der Klee gut gedeiht, Erdproben. Dasselbe, Schlag 13, war vor zwei Jahren (1878) der regelmäßigen Folge entsprechend mit Stallmist gedüngt worden und wird zur Bodenklasse 5 gezählt: feuchter schüttiger Mittelboden, kaltgründiger Lehmboden, unsicherer Gerstenboden. Der Vollständigkeit wegen lasse ich die Fruchtfolge des Bräunsdorfer Feldschlages folgen:

1. Raps (Stalldünger).
2. Winterweizen.
3. Kartoffeln.
4. Sommerweizen (Stalldünger).
5. Winterroggen, Weizen.
6. Rothklee.
7. Timothee.
8. Kartoffeln.
9. Hafer.

---

*) Richtiger wäre es allerdings gewesen, wenn ich zur Entnahme der Bodenproben ungedüngtes Land benutzt hätte. Da es mir aber darauf ankam, Bodenproben des Versuchsfeldes zu untersuchen, mußte ich mich zur Wahl jener gedüngten Parzellen entschließen.

**) Chemischer Ackersmann, 1861. S. 195.

10. Rüben (Stalldünger).
11. Hafer, Roggen, Winterweizen.
12. Klee mit Gras.
13. Weizen.

Außer der Düngung mit Stalldünger erhalten die Bräunsdorfer Felder ebenfalls erhebliche Mengen käuflicher Düngemittel.

Die Probenahme erfolgte unter Berücksichtigung aller für dieselbe wichtigen Punkte.*) Die Proben selbst wurden in einem möglichst staubfreien Zimmer bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet und dann bis zur Vornahme der Analyse in gut verschlossenen Blechbüchsen aufbewahrt. Dieselbe erfolgte im Wintersemester 1880/81.

Mechanische Analyse mit dem Apparat nach Nöbel.

Körnelung in mm.	Wingendorfer (kleemüder) Boden.						Bräunsdorfer (kleesicherer) Boden.		
	A.			B.			C.		
	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—90 cm	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm
Ueber 5 mm.	2,038	4,141	1,522	5,399	17,613	22,076	5,930	6,080	18,009
5—3 mm . . .	1,194	0,756	0,987	3,518	4,440	8,214	3,385	4,705	7,799
3—1 mm . . .	3,527	7,795	1,011	7,119	9,481	13,036	12,662	5,866	18,344
Schlemmproduct I. Gröbstes Korn . . .	20,268	20,930	24,171	23,455	21,981	23,231	25,190	21,636	26,709
Schlemmproduct II.	31,150	24,333	27,616	18,772	13,125	16,733	15,519	16,921	6,317
" III.	18,679	19,347	24,943	12,292	16,025	6,869	12,769	14,108	9,199
" IV. feinstes Korn (aus der Differenz berechnet)	21,719	20,939	18,145	27,948	16,120	8,661	22,199	29,372	12,179
Hygroskopisches Wasser	1,425	1,750	1,605	1,497	1,215	1,153	1,346	1,317	1,444

Zur mechanischen Analyse benutzte ich zunächst den bekannten Nöbelschen Apparat. Auf die Mängel desselben ist zwar schon genügend aufmerksam gemacht worden, da er aber noch ziemlich allgemein angewandt wird,**) so glaubte ich ihn dennoch in erster Linie in Betracht ziehen zu

*) Liebscher, Landwirthschaftliche Jahrbücher 1878. S. 323.

**) Emmerling und Wagner haben z. B. zur mechanischen Analyse des kleemüden Bodens von Fehmarn ebenfalls den Nöbel'schen Apparat benutzt. Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein. 29. Jahrgang. 1879. S. 4.

müssen. Die Erdproben wurden sämmtlich $1^1/_2$ Stunden lang mit Wasser gekocht und vor dem Einbringen in den Apparat durch ein 1 mm-Sieb geschlagen. Die gröberen Bodenbestandtheile wurden stets durch Rundlochsiebe mit genau bestimmten Werthen getrennt.

Das Ergebniß ist aus der auf der vorigen Seite befindlichen Tabelle ersichtlich.

Die Untersuchung der Schlemmproducte ergab eine so verschiedene Beschaffenheit der Bestandtheile, eine solche Differenz in den Dimensionen der einzelnen Körnchen, daß ich aus dem Resultate ein deutliches Bild der Zusammensetzung des Bodens aus Feinerde und Skelett nicht erhalten konnte, wozu vielleicht wesentlich die große Menge der Glimmerblättchen mit ihrer so ungleichen Ausdehnung nach den verschiedenen Dimensionen beigetragen haben mag. Ich entschloß mich daher zur Wiederholung der mechanischen Analyse mit dem Schöne'schen Apparat in seiner ursprünglichen Form.*) Es ist richtig, daß die Einstellung des Apparates und die Operation selbst eine ziemlich lange Zeit beansprucht, aber dieser Uebelstand wird reichlich durch den Vortheil überwogen, die Bodenbestandtheile möglichst genau nach der Größe des Korns trennen zu können. Die ausschließliche Anwendung des Schöne-schen Apparats zur mechanischen Bodenanalyse für die Zwecke wissenschaftlicher Arbeiten scheint mir um so mehr angezeigt zu sein, als der Nöbel'sche Apparat auch bei der Untersuchung von Bodenarten völlig anderer Beschaffenheit ungenügende, unrichtige Resultate ergiebt.**) Dem Bedenken, welches häufig in Betreff der Anwendung des Schöne'schen Apparates ausgesprochen wird, kann ich nicht beistimmen; die Handhabung des Apparats ist außerordentlich einfach, die Entleerung des konisch-cylindrischen Schlemmgefäßes sehr leicht, auch die Verunreinigung des Schlemmwassers kann bei einiger Vorsicht leicht vermieden werden. Ein gleiches Niveau in dem Zulaufsgefäß ist durch entsprechende Regelung der zufließenden Wassermenge leicht herzustellen, wenn man es nicht für ausreichend hält, die abgeflossene Wassermenge durch häufiges Auffüllen wieder zu ersetzen, wobei allerdings dem Nachlaufsgefäß angemessene Dimensionen zu geben sind, nämlich große Grundfläche und geringe Höhe.

*) Schöne, Ueber Schlemmanalyse und einen neuen Schlemmapparat, Berlin 1867.

**) Biedermann, Centralblatt 1880. S. 781 u. f. Referat aus den landwirthschaftlichen Versuchsstationen 1880. Bd. 25. (N. Pellegrini und F. Sestini, Untersuchungen über die mechanische Bodenanalyse.)

Da ich in meinen Bodenproben nur geringen Kalkgehalt voraussetzen durfte, unterließ ich die Behandlung des Bodens mit kalter verdünnter Salzsäure. Ebenso schien es mir bedenklich den Boden zu glühen, da bei der Beschaffenheit desselben die Gefahr vorlag, daß durch diese Operation eine Veränderung der gröberen, zum Theil nicht mehr fest gefügten Gesteinstrümmer hervorgerufen werden möchte. Ich konnte in der Folge auch constatiren, daß eine Störung durch Humussubstanz in keinem Falle eintrat. Vor dem Einbringen in den Schlemmcylinder wurde der Boden ebenfalls 1 1/2 Stunden lang gekocht und durch ein Sieb von 1/2 mm Maschenweite gesiebt. Da ich im übrigen vollständig nach den Angaben Schöne's arbeitete, kann von der weiteren Beschreibung der Operation füglich abgesehen werden. Ich wendete folgende Stromgeschwindigkeiten an:

	Durchmesser des entsprechenden kugelförmigen Schlemmkorns.
0,2 mm	bis zu 0,01 mm.
2,1 mm	0,01 " " 0,05 "
7,0 mm	0,05 " " 0,1 "

Der Rückstand im Schlemmgefäß entspricht demnach der Größe des Korn-Durchmessers von 0,1—0,5 mm. Die erhaltenen Resultate sind folgende:

Körnelung in mm.	Wingendorfer (kleemüder) Boden.						Bräunsdorfer (kleesicherer) Boden.		
	A.			B.			C.		
Der lufttrockene Boden enthält %.	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—90 cm	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm
Ueber 5 mm	2,038	4,141	1,522	5,399	17,613	22,076	5,930	6,080	18,000
3—5 mm	1,194	0,756	0,987	3,518	4,440	8,214	3,385	4,705	7,799
3—2 mm	0,774	0,143	0,962	0,865	2,058	3,137	1,115	3,393	6,959
2—1 mm	1,373	0,476	1,012	2,575	4,114	9,299	5,232	7,163	8,579
1—0,5 mm	1,217	0,301	1,940	2,411	2,887	7,396	4,896	4,309	5,866
0,5—0,1 mm	4,091	1,941	3,645	6,236	6,345	10,805	12,126	9,237	15,519
0,1—0,05 mm	5,503	6,806	13,681	4,757	4,690	6,425	3,530	5,323	7,181
0,05—0,01 mm . . .	54,268	46,479	49,101	38,756	29,828	9,295	27,359	22,607	9,693
0,01 und darunter (aus der Differenz berechnet)	28,117	36,199	25,545	33,986	26,810	22,200	35,051	35,866	18,945
Wasser	1,425	1,759	1,605	1,497	1,215	1,153	1,346	1,317	1,444

Aus diesen Resultaten geht deutlich hervor, daß die Verschiedenheit des Verhaltens gegen den Klee durch die Verschiedenheit in den Mengen-

verhältnissen der Boden-Constituenten nicht erklärt werden kann. Einigermaßen befremdlich ist der hohe Gehalt des Wingendorfer Bodens A. an Schlemmproducten mit einem Durchmesser von $0,_{05}$—$0,_{01}$ mm. Derselbe wird durch eine auffällig große Menge kleiner Glimmerblättchen hervorgerufen, deren zahlreiches Vorkommen vielleicht auf hohen Glimmergehalt des Urgesteins an der betreffenden Stelle zurückzuführen ist.

Die Vergleichung der Resultate der Schlemmanalyse des Wingendorfer Bodens A. und B. zeigt die Unzulässigkeit von Mischproben in exquisiter Weise. Die Verschiedenheit der Bodenbeschaffenheit wird durch dieselben verschleiert, und häufig ein Boden hergestellt, wie er in Wirklichkeit auf dem betreffenden Acker nicht zu finden ist.*) Die große Menge groben Gesteinmaterials in den tiefern Schichten des Wingendorfer Bodens B. und des Bräunsdorfer Bodens C. ist durch die geringere Stärke der Bodenauflagerung bedingt; die Bodenprobe Wingendorf B. ist einer Stelle des Feldes entnommen, wo bei 1 m Tiefe schon das Urgestein anstand, während dies in Bräunsdorf bei einer Tiefe von ca. $1,_{40}$ m der Fall war. Der Wingendorfer Boden A. ist dagegen ausgezeichnet tiefgründig und gleichartig in Bezug auf die Mengenverhältnisse der Boden-Constituenten in den verschieden tiefen Bodenschichten.

Wird der Schöne'sche Apparat ausschließlich dort angezeigt sein, wo es sich um eine weitgehende Zergliederung des Bodens handelt, also für wissenschaftliche Arbeiten, so wird doch für den Gebrauch des praktischen Landwirths bei Bodenuntersuchungen und Bonitirungen ein compendiöserer Apparat zu wählen sein. Es kommt hier der Kühn'sche Schlemmcylinder in erster Linie in Betracht, ein Sedimentirapparat von außerordentlicher Einfachheit der Handhabung. Es ist allerdings richtig, daß die Sedimentirapparate sämmtlich einen Betrag an abschlemmbaren Theilen ergeben, in welchem neben den thonigen Theilen noch mehr oder weniger feinste Quarztheile eingeschlossen sind; allein nimmt man zur weiteren Untersuchung der Schlemmproducte das Mikroskop zu Hilfe, wie Kühn dies besonders betont, dann unterliegt es keinem Zweifel, daß die mit Hilfe des Schlemmcylinders gefundenen Resultate für die in Rede stehenden Zwecke vollkommen ausreichend sind. Ich befinde mich hier völlig in Uebereinstimmung mit Fr. Haberlandt,**)

*) Vergl. Jul. Kühn, Ueber die wissenschaftliche Begründung der Bodenkunde. Zeitschrift des landw. Centr.-Vereins der Prov. Sachsen, Jahrgang 1864. S. 11.

**) Allgemeiner landwirthschaftlicher Pflanzenbau, Wien 1879, S. 499.

und es ist mir geradezu unverständlich, daß Fesca*) den Apparat namentlich „für Unterrichtszwecke recht brauchbar“ findet, während doch gerade seine Brauchbarkeit für den oben genannten praktischen Zweck, für den er ja auch allein bestimmt ist, so unbedingt einleuchtet. Es erschien mir daher werthvoll, die mechanische Bodenanalyse meiner Erdproben mit dem Kühn'schen Schlemmcylinder zu wiederholen, und die erhaltenen Resultate sind in der That derartig, daß sie die Bodenbeschaffenheit in vorzüglicher Weise zum Ausdruck bringen. Ich lasse sie daher in untenstehender Tabelle folgen. Dieselbe bedarf keiner weiteren Besprechung.

Körnelung in mm	Wingendorfer (kleemüder) Boden						Bräunsdorfer (kleesicherer) Boden		
	A.			B.			C.		
	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—90 cm	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm
Gesteinsmaterial auf dem 5 mm-Siebe	2,04	4,14	1,52	5,40	17,61	22,08	5,93	6,08	18,01
Gesteinsmaterial auf dem 3 mm Siebe	1,20	0,76	0,99	3,52	4,44	8,21	3,39	4,71	7,80
3—2 mm grober Kies	0,76	0,23	0,37	0,61	1,18	4,58	1,25	2,98	2,17
2—1 mm feiner Kies	1,69	0,38	0,91	2,62	3,07	12,98	5,26	7,82	10,16
1—½ mm grob. Sand	1,63	0,50	1,27	3,20	3,21	7,62	6,85	5,42	8,14
Unter ½ mm feiner Sand	26,64	33,31	33,02	20,41	20,14	17,69	28,38	23,78	24,92
Abschlemmbare Theile	64,61	58,92	60,31	62,74	49,13	25,74	46,59	47,94	27,36
Wasser	1,43	1,76	1,61	1,50	1,22	1,15	1,35	1,32	1,44

Die mikroskopische Untersuchung der Feinerde ergab das Vorhandensein einer außerordentlich großen Menge kleiner Glimmerblättchen sowohl im Bräunsdorfer als auch im Wingendorfer Boden. Es konnte dieser Befund bei der thatsächlich vorliegenden Aehnlichkeit beider Böden infolge ihrer Abstammung u. s. w. nicht überraschen; von Wichtigkeit für die Beurtheilung unserer Böden ist er insofern, als dieser hohe Glimmergehalt eine nur sehr geringe Bereicherung des Bodens durch die Verwitterung erwarten läßt.

Ein weiteres Moment der Untersuchung eines Bodens bildet die Bestimmung des hygroskopischen Wassers und des Glühverlustes. Ich bin hierbei in der Weise verfahren, daß ich kleine Porzellantiegel mit der be-

*) Fesca, Agronomische Bodenuntersuchung und Kartirung. Berlin 1879, S. 17.

treffenden Erde füllte und diese dann in Filtergläschen setzte, welche nach jedesmaliger Beendigung der Operation behufs der Wägung durch eingeriebene Glasstöpsel fest verschlossen werden konnten. Das Trocknen erfolgte bei einer Temperatur von 100—110° und wurde bis zur Erreichung des constanten Gewichts fortgesetzt. Der Tiegel wurde hierauf vorsichtig mit einer Pincette aus dem Filtergläschen gehoben und mit seinem Inhalte so lange geglüht, bis eine Gewichtsabnahme nicht mehr bemerkt werden konnte. Zu der Anwendung eines Filtergläschens wurde ich durch den Umstand veranlaßt, daß geglühte Erde außerordentlich schnell ihr Gewicht verändert, so daß beim Wiegen im offenen Tiegel Schwankungen schwer zu vermeiden sind. Selbstverständlich hat das Erkaltenlassen des Filtergläschens mit dem Tiegel stets im Exsiccator zu erfolgen, das Tiegelchen darf auch nicht bis zum Rande mit Erde gefüllt sein, da eine Berührung des Bodens mit der Pincette nothwendiger Weise kleine Verluste zur Folge haben muß. Von der Behandlung des geglühten Bodens mit kohlensaurem Ammoniak durfte Abstand genommen werden, da ein hoher Gehalt an kohlensauren Erden nicht angenommen werden konnte.

Die folgenden Tabellen geben die gefundenen Resultate. Wenn die Krume des Bräunsdorfer Bodens C einen nicht unerheblich höheren Glühverlust im Vergleich zu dem des Wingendorfer Bodens A und B ergiebt, so findet dies Erklärung durch den bedeutend höheren Humusgehalt des ersteren.

Der Glühverlust des Bodens setzt sich bekanntlich aus verschiedenen Faktoren zusammen. Kommt zwar auch in erster Linie die in demselben vorhandene organische Substanz in Betracht, so ist doch der Gehalt an fester gebundenem Wasser u. s. w. immerhin zu wesentlich, um eine besondere Bestimmung der wirklich vorhandenen organischen, humusartigen Substanz überflüssig erscheinen zu lassen. Diese Bestimmung war hier um so wichtiger, als sie genauen Aufschluß darüber zu geben vermochte, in welcher Weise sich der Wingendorfer Boden, der fast 30 Jahre keine Düngung von Stallmist erhalten hatte, zu dem mit Stalldünger gedüngten Bräunsdorfer Boden verhielt. Ist doch selbst als Ursache der Wingendorfer Kleemüdigkeit jene nothwendiger Weise eintretende Verminderung des Humusgehalts in Betracht gezogen worden.*) Die Bestimmung des Humus geschah durch direkte Be-

*) Landwirthschaftliche Vereinsschrift des Baltischen Centralvereins 1880, Nr. 2, S. 42.

Der lufttrockne Boden enthält %	Hygroskop. Wasser	Glühverlust exkl. hygroskop. Wasser.	Gesammt-Glüh-Verlust.
Wingendorfer kleemüder Boden A.			
Untergrund 60—120 cm	1,615	2,719	4,334
Untergrund 60—30 cm	1,759	2,833	4,592
Krume 15—1 cm	1,425	5,337	6,762
Wingendorfer kleemüder Boden B.			
Untergrund 90—60 cm	1,153	4,526	5,679
Untergrund 60—30 cm	1,210	2,863	4,073
Krume 15—1 cm	1,497	6,204	7,701
Bräunsdorfer kleesicherer Boden C.			
Untergrund 120—60 cm	1,444	3,816	5,260
Untergrund 60—30 cm	1,317	3,509	4,826
Krume 15—1 cm	1,346	7,857	9,203

stimmung des in organischer Verbindung vorhandenen Kohlenstoffs nach der von Wolff angegebenen Methode,*) also unter Anwendung sauren chromsauren Kaliums und eines Liebig'schen Kali-Apparats nebst Kalirohr. (C $\times$ 1,724 = Humus). Ist auch der Gehalt an Humus des Bräunsdorfer Feldes, wie aus der beigefügten Tabelle erhellt, ein wesentlich höherer, als der der Wingendorfer Aecker, so erscheint doch letzterer entschieden zu hoch, als daß ein Mangel an Humus die Ursache der Kleemüdigkeit sein könnte.**)

*) Anleitung zur chemischen Untersuchung, Berlin, 1875, 3. Aufl. S. 39.

**) Pfannstiel, Landwirthschaftliche Jahrbücher, VIII. Band. 1879, S. 772 fand im fruchtbarsten Diluviallehmboden der Umgegend Döbelns, der als sehr kleefähig gilt, nur bis ½ % Humus. Stöckhardt (Zeitschrift für deutsche Landwirthe 1854, S. 8) giebt dagegen den Humusgehalt für die fruchtbarsten Bodenarten Sachsens, den Löß- und Elbaueboden, zu 2—3½ % an. Der von Pfannstiel angeführte relativ niedrige Humusgehalt des Nilschlammes kann infolge des weit wärmeren Klimas Aegyptens nicht zum Vergleich dienen. „Unter den Tropen, bei der höchsten Energie des Wachsthumsprozesses an der Erdoberfläche, herrscht gleichzeitig die größte Intensität in der Zersetzung und Auflösung der abgestorbenen Pflanzen. Die Zersetzung geht hier so energisch vor sich, daß man, wie Augenzeugen (Beitrag zur Kenntniß des Verwesungsprozesses von H. Karsten, Poggendorfs Annalen Bd. 109. S. 346 u. f) berichten, selbst im Dickicht des Urwaldes den nackten Mergel- und Sandboden in seiner natürlichen Farbe unverändert findet. Eigentlicher Humusboden findet sich unter dem Aequator erst in einer Höhe von 7 8000′ auf dem Plateau der Anden." Voßler, Landwirthschaftlicher Pflanzenwechsel, Berlin 1873, S. 48.

Der lufttrockne Boden enthält %		C.	entspricht Humus
Wingendorfer Boden A. Untergrund	120—60 cm	0,1045	0,1802
"	60—30 cm	0,2944	0,5070
Krume	15— 1 cm	1,1987	2,0666
Wingendorfer Boden B. Untergrund	90 60 cm	0,0839	0,1446
"	60—30 cm	0,1499	0,2584
Krume	15— 1 cm	1,1044	1,9040
Bräunsdorfer Boden C. Untergrund	120—60 cm	0,0858	0,1479
"	60—30 cm	0,2752	0,4744
Krume	15— 1 cm	2,1383	3,6864

Neben der Bestimmung des Humus erschien mir ferner die Bestimmung des Gesammtstickstoffes nicht unwichtig. Die gefundenen Resultate sind derartig, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen den Wingendorfer und Bräunsdorfer Erdproben nicht constatirt werden kann. Der Stickstoffgehalt ist ein relativ hoher, was durch die fast überreichliche Stickstoff-Zufuhr der sämmtlichen Aecker der Bräunsdorf-Wingendorfer Gutswirthschaft leicht Erklärung findet.

Der lufttrockne Boden enthält Gesammtstickstoff %		
Wingendorfer Boden A. Untergrund	120—60 cm	0,0175
"	60—30 cm	0,0125
Krume	15— 1 cm	0,1310
Wingendorfer Boden B. Untergrund	90—60 cm	0,0162
"	60—30 cm	0,0025
Krume	15— 1 cm	0,1599
Bräunsdorfer Boden C. Untergrund	120—60 cm	0,0062
"	60—30 cm	0,0025
Krume	15— 1 cm	0,1649

Die Erfahrung hat sodann gezeigt, daß zum Gedeihen des Rothklees ein gewisses Maß von Feuchtigkeit in der Atmosphäre und im Ackerboden

erforderlich ist. Man hat infolge dieses Umstands das üppige Wachsthum des Rothklees in Gebirgsgegenden und Küstendistrikten (namentlich auch in Flandern) durch die daselbst stattfindenden häufigeren und stärkeren atmosphärischen Niederschläge und den dort ebenfalls zu beobachtenden höheren Wasserdampfgehalt der Atmosphäre zu erklären gesucht.*) In Uebereinstimmung hiermit befindet sich andererseits die in einzelnen Oertlichkeiten wahrgenommene Abnahme der Kleeerträge nach der Drainirung der Aecker.**) Da jedoch im näheren und weiteren Umkreis der Wingendorfer kleemüden Aecker der Rothklee normalen Stand zeigt, und auch auf diesen selbst weder durch eine Maßnahme der Kultur noch durch irgend eine sonstige Ursache eine Aenderung des Grundwasserstands stattgefunden hat, so gelangen wir zu dem Schlusse, daß durch ungünstige Feuchtigkeitsverhältnisse die Kleemüdigkeit der in Rede stehenden Felder ebenfalls nicht hervorgerufen sein kann.

Da die bisher angeführten Untersuchungen keinen Aufschluß über die Ursachen der Wingendorfer Kleemüdigkeit zu geben vermochten, so schritt ich zur ausführlichen chemischen Analyse der betreffenden Bodenproben, um eine Vergleichung bezüglich der den Pflanzen nöthigen Aschenbestandtheile zu ermöglichen. Ich führte die Untersuchung in zweifacher Weise aus und zwar so, daß ich einmal einen Auszug mit heißer konzentrirter Salzsäure und dann einen solchen mittels kohlensäurehaltigen Wassers analysirte. Ich beschränkte mich auf die Bestimmung der wichtigeren Pflanzennährstoffe,***) und

---

*) Vergl. Fühlings neue landwirthschaftl. Zeitung. 1871, S. 284, 285, ebendas. 1872, S. 394 und 713; Illustr. landw. Zeitung. 1871, S. 310; ebendas. 1873, S. 8; Der Landwirth 1876, S. 360.

**) Landwirthschaftl. Zeitung für Westfalen und Lippe. 1865, S. 131; ebendas. 1867, S. 291.

***) Ich erachtete es daher nicht für nöthig, den Mangangehalt des Bodens berücksichtigen zu müssen, da die Vegetationsversuche gezeigt haben, „daß diesem Grundstoff durchaus keine Bedeutung zukomme." (Haberlandt, allgem. landw. Pflanzenbau, Wien 1879, S. 258). Sprengel (Erfahrungen im Gebiete der allgemeinen und speciellen Pflanzenkultur, Bd. II., Leipzig 1850, S. 12.) meint zwar, das schlechte Gedeihen des Rothklees auf gewissen Böden der Wesermarsch auf das Vorhandensein von Manganoxydul zurückführen zu sollen: „die chemische Analyse weiset nach, daß im rothen Klee kein Mangan befindlich ist. Dies läßt also wohl vermuthen, daß dieses Mineral demselben nachtheilig werden wird, insofern es der Boden in einem Zustande enthält, in welchem die Auflösung desselben in flüssiger Kohlensäure und Modersäure möglich ist, nämlich als Oxydul." Die Untersuchungen von Emmerling und Wagner ergaben aber für Rothklee von Fehmarn einen Gehalt von $0{,}27$ % der Reinasche an Manganoxydul. (Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein XXIX. Jahrgang. 1879, S. 15.)

da ich die Analyse im wesentlichen nach den Angaben Wolff's in seiner schon mehrmals genannten Anleitung zur chemischen Untersuchung ausführte, erscheint mir eine genaue Angabe des Verfahrens nicht erforderlich.

Die Bestimmung der Phosphorsäure im salzsauren Auszug erfolgte in der salpetersauren Lösung des Ammoniak-Niederschlags. Dem Auszug mit kohlensäurehaltigem Wasser setzte ich nach dem Vorgange Wolff's ein geringes Quantum Eisenchloridlösung zu, um sicher zu sein, die ganze vorhandene Menge der Phosphorsäure im Ammoniak-Niederschlag zu haben. Es war dies unumgänglich nothwendig, da die Menge des im Extrakt befindlichen Eisens so gering war, daß nur eine schwache Trübung auf den Zusatz von Ammoniak eintrat. Die Herstellung der Extrakte erfolgte ebenfalls genau nach den Angaben Wolff's, d. h. ich verwandte hierzu 150 g Boden und 300 ccm konzentrirte Salzsäure vom spec. Gewicht $1{,}_{1494}$, sowie ferner 1500 g Boden und 6000 ccm mit Kohlensäure zu $^1/_4$ gesättigten Wassers. Von diesen 6000 ccm dienten 4000 ccm der abgeheberten Flüssigkeit zur Bestimmung der Phosphorsäure, der Schwefelsäure, des Kalis und des Kalks. In weiteren 1000 ccm wurde der Gesammtrückstand und seine Zusammensetzung aus verbrennlichen und feuerbeständigen Bestandtheilen ermittelt.

Zur Vervollständigung der Analyse bestimmte ich auch das Chlor und verfuhr hierbei so, daß ich 40 g lufttrocknen Bodens mit 100 ccm Salpetersäure vom spec. Gewicht $1{,}_{185}$ eine Stunde lang digerirte und das Chlor im Filtrate als Chlorsilber bestimmte.

Auszug mittels heißer konzentrirter Salzsäure.
Der luftrockne Boden enhält %.

	Wingendorfer kleemüder Boden.						Bräunsdorfer kleesicherer Boden.		
	A.			B.			C.		
	Krume	Untergrund	Untergrund	Krume	Untergrund	Untergrund	Krume	Untergrund	Untergrund
	1—15 cm	30—60 cm	60—120 cm	1—15 cm	30—60 cm	60—90 cm	1—15 cm	30—60 cm	60—120 cm
Schwefelsäure (SO^3)	0,044	0,024	0,028	0,044	0,022	0,033	0,046	0,041	0,021
Kali (K^2O) . . .	0,215	0,234	0,294	0,208	0,235	0,399	0,311	0,318	0,019
Phosphorsäure (P^2O^5)	0,118	0,024	0,048	0,075	0,007	0,048	0,130	0,069	0,046
Kalk (CaO) . . .	0,163	0,044	0,143	0,181	0,035	0,097	0,117	0,035	0,055
Eisenoxyd, Thonerde, Phosphorsäure, (Sesquioxyde) . .	7,052	7,853	7,373	7,656	8, 60	12,	9,533	8,416	11,[illegible]75

Auszug mittels kohlensäurehaltigen Wassers.
100 000 Theile lufttrockner Boden enthalten:

	Wingendorfer kleemüder Boden.						Bräunsdorfer kleesicherer Boden.		
	A.			B.			C.		
	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—90 cm	Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm
Phosphorsäure (P^2O^5)	0,2432	0,1344	Spur	0,2944	0,0512	Spur	0,2880	0,1024	Spur
Schwefelsäure (SO^3)	7,0212	20,1101	6,7708	7,7278	16,3440	7,6695	7,7827	14,6495	7,2442
Kali (K^2O) . . .	1,0924	1,7814	1,2854	1,0982	1,2217	1,1715	2,2080	4,0395	1,4436
Kalk (CaO) . . .	10,4600	1,6400	1,6100	13,0500	4,1100	4,1100	14,0400	6,6400	2,6700

Aus 100 000 Th. lufttrocknen Bodens sind durch kohlensäurchaltiges Wasser löslich

	Insgesammt	Verbrennliche Bestandtheile	Feuerbeständige Bestandtheile.
Wingendorfer Boden A. Untergrund 60—120 cm	43,76	18,80	24,96
" 30— 60 cm	87,48	39,80	47,68
Krume 1— 15 cm	51,20	19,28	31,92
Wingendorfer Boden B. Untergrund 60— 90 cm	32,84	10,76	22,08
" 30— 60 cm	81,12	25,08	56,04
Krume 1— 15 cm	51,76	18,04	33,72
Bräunsdorfer Boden C. Untergrund 60—120 cm	33,00	13,40	19,60
" 30—60 cm	84,04	29,00	55,04
Krume 1— 15 cm	60,56	31,56	29,00

Der luftrockne Boden enthält Chlor %		
Wingendorfer Boden A. Untergrund	120—60 cm	0,0056
"	30—60 cm	0,0079
Krume	1—15 cm	0,0019
Wingendorfer Boden B. Untergrund	90—60 cm	0,0116
"	30—60 cm	0,0081
Krume	1—15 cm	0,0025
Bräunsdorfer Boden C. Untergrund	120—60 cm	0,0064
"	30—60 cm	0,0047
Krume	1—15 cm	0,0012

Bei dem ersten Blick fallen in den Analysen der Bodenextracte die großen Differenzen in Bezug auf den Kaligehalt auf. Namentlich tritt dies bei dem Auszug mittels kohlensäurehaltigen Wassers scharf hervor und hier ist dies wiederum besonders auffällig in Bezug auf die Bodenschicht von 30—60 cm Tiefe. Dieser wesentlich geringere Kaligehalt des Bodens A und B ist ein bedeutsamer Umstand, der wohl geeignet ist, die Ursache der Wingendorfer Kleemüdigkeit klar zu legen. Pflanzliche und thierische Wurzelparasiten fanden sich, wie oben erwähnt wurde, nicht vor, von dem vorkommenden Blattpilz ward gezeigt, daß er außer Beziehung zur Kleemüdigkeit stehe, denn er entwickelte sich in gleicher Weise auch auf kleekräftigen Feldern. Abnorme und den Kleepflanzen ungünstige Verhältnisse bezüglich der physikalischen Beschaffenheit des Bodens liegen gleichfalls nicht vor, dagegen ergiebt die chemische Analyse, daß der Gehalt sowohl an durch Salzsäure löslichem, als auch an durch kohlensäurehaltiges Wasser extrahirbarem Kali in erheblichem Verhältniß bei dem kleemüden Acker geringer ist, als bei dem kleekräftigen. In dieser Erschöpfung an Kali ist sonach allein der Grund für das Auftreten der Kleemüdigkeit in dem vorliegenden Falle zu suchen. Und dieses Untersuchungsergebniß kann bei näherer Prüfung der Wingendorfer Verhältnisse nicht überraschen. Die Annahme ist berechtigt, daß die betreffenden Aecker im Jahre 1854 in nicht besonders gutem Kraftzustande übernommen wurden. Das in Rede stehende Feld hatte sogar schon einige Jahre, seit 1851, Ernten ohne jede Düngung gegeben, und Stöckhardt hebt auf Grund des Stecher'schen Berichts ausdrücklich hervor, daß die mit Stallmist bewirthschafteten Pachtfelder sämmtlich ziemlich verarmt gewesen seien. Es ist daher leicht erklärlich, daß im Laufe der Zeit eine Verarmung des Bodens an löslichem Kali eintrat; denn die durchschnittliche Mehrausfuhr desselben betrug, wie aus den Nachweisen Stechers erhellt, für den sächsischen Acker = $0_{,5534}$ ha in den Jahren 1858—67 $45_{,45}$ Pfd.*) und 1868—1877 $32_{,66}$ Pfd. Nehmen wir erstere Zahl als ebenfalls giltig für die Jahre 1855 bis 1857, letztere für die Jahre 1878—1880 an, so ergiebt sich für die Jahre 1855 bis 1880 die Summe von $1015_{,13}$ Pfd. pro Acker oder $917_{,15}$ kg pro Hektar!**)

---

*) Chem. Ackersmann 1868. S. 132.

**) Die Mehrausfuhr an Kali von den vom Jahre 1846 an mit künstlichen Düngemitteln bewirthschafteten Feldern ist entsprechend größer. Vergl. Chem. Ackersmann, 8. Jahrgang 1862, S. 194.

Das Resultat meiner analytischen Bestimmungen, also der bedeutend geringere Kaligehalt des Wingendorfer Bodens im Vergleich zu dem des Bräunsdorfer Feldes, erhält durch diese Zahlen eine naheliegende Erklärung. Mit diesem Ergebniß befindet sich nun auch in vollkommener Uebereinstimmung die Verminderung der Ernteerträge derjenigen Pflanzen, welche besonders hohe Ansprüche an den Kaligehalt des Bodens geltend machen. Nicht allein der Klee ging im Ertrage zurück, sondern auch der Lein gedeiht nicht mehr, und selbst die Kartoffeln, denen eine Beidüngung von Kalisalzen gegeben wird, zeigten im Durchschnitte der Jahre 1868—1877 einen Minderertrag von $46,_{47}$ hl pro ha im Vergleich zu Bräunsdorf. Eine Verarmung des Bodens und namentlich des Untergrundes an löslichem Kali und dadurch bedingte Ertragsverminderung der besonders kalibedürftigen Kulturpflanzen liegt also thatsächlich vor. Weder die Verwitterung, noch die weiter unten zu erörternden Umstände waren im Stande, den Bedarf an diesem wichtigen Nährstoff zu decken. Ich bin sonach nicht im Zweifel, daß der etwas kräftigere Stand des Klees auf den mit Asche, Jauche und Stalldünger gedüngten Parzellen, den ich im Juni dieses Jahres (1881) constatiren konnte, lediglich dem in diesen Düngemitteln enthaltenen Kali zuzuschreiben ist. „Die Naturalerträge an Stroh und Körnern sind dagegen immer noch ganz befriedigend" berichtet Stecher weiter,*) eine glänzende Bestätigung der Worte Liebig's: „Es kommt für ein jedes Feld, bei einem früher, bei dem anderen später, die Zeit, wo der Untergrund, der sich gegen die Klee- oder Rübenpflanze genau ebenso verhält, wie die Ackerkrume gegen die Halmgewächse, durch die dauernde Entziehung von Nährstoffen, von Phosphorsäure, Kali, Kalk, Bittererde u. s. w., die demselben nicht wieder ersetzt wurden, an seinem Ertragsvermögen für Klee oder Rüben abnimmt, wo also die der Ackerkrume von dem Kornbau genommenen Nährstoffe aus dem Vorrathe, der aus den tieferen Schichten durch den Klee oder die Rüben in die Höhe gehoben ist, nicht mehr ersetzt werden. Die hohen Erträge des Feldes nehmen, auch wenn der Klee anfängt zu mißrathen, darum noch lange nicht ab."**)

Unser Wingendorfer Fall illustrirt ferner das Liebig'sche Gesetz des

*) Sächs. landwirthschaftliche Zeitschrift 1879, XXVII. Jahrgang, S. 546.

**) Liebig, Die Chemie u. s. w. VII. Auflage. Braunschweig 1862, II. Th. Die Naturgesetze des Feldbaues, S. 240.

Minimums in exquisiter Weise: alle Vegetationsbedingungen sind in Wingendorf und Bräunsdorf gleich, nur der Kaligehalt und namentlich der Gehalt an löslichem, den Pflanzen sofort disponibelem Kali ist hier geringer als dort und dieser ist es, der den Ertrag des Kleebaues auf den Wingendorfer Aeckern erniedrigt. Für die Höhe der Ernten ist es nach dem genannten Gesetz von gleichem Effect, ob ein oder ob mehrere Nährstoffe in unzureichender Menge im Boden vorhanden sind, und man darf es daher nicht lediglich als ein Werk des Zufalls betrachten, daß Nobbe*) von 48 Stück Kleepflanzen, die in ungedüngtem Boden standen, nach Verlauf von zwei Jahren nach der Aussaat nur noch 10 Stück = 21 % lebend fand, und daß Stecher den Ertrag der Kleeernten der Wingendorfer Felder auf kaum 20 % eines vollkommenen Ertrags schätzt.**)

Die überaus stickstoffreiche Düngung beschleunigte mächtig den Umsatz der Bodenbestandtheile in pflanzliche Producte, und da reichlicher Kaligehalt des Bodens eine Zufuhr von Kali überflüssig erscheinen ließ, lag bei dem reichlichen Ersatz der übrigen Pflanzennährstoffe die Befürchtung nicht vor, daß sich der Ertrag der Ernten vermindern würde. Die Annahme eines hohen Kaligehaltes des Wingendorfer Bodens stützte sich auf die von Handtke ausgeführte Analyse, auf Grund deren Ergebnisse Stöckhardt die Menge des Kalis für einen Morgen = $0,_{2553}$ ha bei 12″ = $0,_{314}$ m Bodentiefe auf 32000 kg berechnete, von denen 1850 kg löslich sein sollten.***) Nichtsdestoweniger bin ich der Ueberzeugung, daß die Abnahme der Kleeernten in den fünfziger Jahren ausschließlich eine Folge von Kalimangel war. Dieser Schluß wird wesentlich durch den Umstand unterstützt, daß diese Abnahme der Kleeernten durch reichliche Kalkdüngung momentan beseitigt wurde. Denn wir glauben mit Gewißheit annehmen zu dürfen, daß die Wirkung des Kalkes auf den Boden in erster Linie darin besteht, Kali und einige andere Basen in Lösung zu bringen, indem er an deren Stelle in die betreffenden Verbindungen eintritt, ein Umstand, welcher die Absorptionserscheinungen des Bodens, zum großen Theil wenigstens, als eine Folge gewisser noch nicht genau studirter chemischer Vorgänge erscheinen läßt. Die Menge des durch die Kalkdüngung löslich gewordenen Kalis war jedoch zu

---

*) Reuning, Amtsblatt für die landw. Vereine. XVI. Jahrgang 1868, S. 87.
**) Sächsische landw. Zeitschrift. XXVII. Jahrgang 1879, S. 546.
***) Chemischer Ackersmann, XIV. Jahrgang 1868, S. 144.

gering, um für eine längere Dauer gleichmäßig hohe Ernten zu gestatten, und so sehen wir denn die Erträge der Kleeernten bald wieder zurückgehen. Der Wingendorfer Boden ist also in seiner Krume und noch mehr in der unter dieser liegenden Erdschicht an Kali verarmt, und es wird bei der starken Absorption, welche das Kali durch den Boden erleidet, ein längerer Zeitraum nöthig sein, um die Erschöpfung des Untergrundes an Kali zu beseitigen.

Daß der zunehmende Mangel an Kali im Untergrund sich namentlich durch Abnahme der Kleeerträge bemerklich macht, ist leicht erklärlich, da der Rothklee, der allgemein zu den tief wurzelnden Pflanzen gezählt wird, in hohem Maße die Stoffe des Untergrundes zu seiner Ernährung heranzieht. Zudem ist der Kalibedarf des Rothklees ein sehr bedeutender, wie aus der Betrachtung der Analysen der Rothkleeasche erhellt, die ich Wolff's höchst verdienstlichem Werke „Aschenanalysen von land- und forstwirthschaftlichen Producten u. s. w. II. Theil, 1880" entnehme. Nach Wolff's Angaben enthalten 100 Theile Kleeasche (Rothklee in der Blüthe)

	Maximum	Minimum	Mittel von 113 Analysen
K^2O	52,0	8,8	32,29
Na^2O	8,9	0,0	1,97
CaO	53,4	21,9	34,91
MgO	26,1	5,3	10,90
Fe^2O^3	5,0	0,3	1,08
P^2O^5	15,0	4,0	9,64
SO^3	7,4	1,2	3,23
SiO^2	20,2	0,0	2,69
C	11,8	1,2	3,78

Gut bestandener Rothklee liefert pro ha 120 Ctr. Kleeheu, und diese entziehen also unter der Annahme von 84 % Trockensubstanz mit 6,86 % Reinasche in 100 Theilen Trockensubstanz dem Boden eine Menge von etwa 111 kg Kali.*) Als weiteres Argument dafür, daß das vorzeitige Ausgehen der Kleepflanzen der Wingendorfer Felder in der Beschaffenheit des Bodens

*) Ebermayer, Physiol. Chemie der Pflanzen, Berlin 1882, S. 773 giebt für eine mittlere Ernte 102,50 kg Kali an.

seinen Grund hat, möchte ich nicht anzuführen versäumen, daß sämmtliche Wingendorfer Kleepflanzen, welche ich im Frühjahr des Jahres 1880 im Garten des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle auspflanzte, noch im Herbste 1881 normalen Stand zeigten.

Ich hatte oben gesagt, daß der Klee allgemein zu den tief wurzelnden Pflanzen gerechnet wird, darüber aber, wie tief die Bodenschicht sein muß, wenn er längere Zeit mit gutem Ertrage aushalten soll, gehen die Angaben weit auseinander. Thiel*) giebt an, daß sich die Hauptwurzelmasse bei den in Versuchsröhren gezogenen Kleepflanzen bis zu einer Tiefe von $0{,}_{25}$ m befand. Das gleiche Resultat ergab die Beobachtung an Kleepflanzen, die frei auf einem Controlbeete wuchsen, während andere auf einem Felde der Akademie Poppelsdorf, dessen Boden guter, milder Lehm war, die hauptsächlichste Wurzelverbreitung in der Ackerkrume von nur 20 cm Stärke zeigten. Mit diesen Ergebnissen stimmten auch die Befunde der Wurzeln von Kleepflanzen eines Feldes am Nordabhange des Kreuzberges überein, dessen Krume eine wechselnde Tiefe von 15—20 cm hatte, welche ebenfalls zur Aufnahme der Hauptwurzelmasse genügte. Thiel kommt daher sowohl für den Klee als auch für die anderen von ihm untersuchten Pflanzen zu dem Schlusse, daß in allen Wachsthumsperioden genug functionirende Wurzeln in den obersten Bodenschichten vorhanden sind, um ein vollständig ausreichendes Quantum von Nährstoffen aufnehmen zu können.**) Auch an anderer Stelle***) äußert sich der genannte Autor dahin, daß die Wurzeln im Untergrunde für die Kleepflanze höchstens als Wasser zuführende Organe in einzelnen Fällen von Bedeutung werden.

Die gleiche Ansicht hat ebenfalls Schumacher ausgesprochen,†) welcher fand, daß der größte Theil der Bewurzelung des Klees in der oberen Bodenschicht von ½ bis höchstens ¾′ Tiefe liege, und daß nur in einem tief gelockerten Boden die Wurzeln in einer Schicht von ½ bis 1′ Tiefe von der Oberfläche nennenswerth seien. Vielfache Untersuchungen und Aus-

*) Ueber die Bewurzelung unserer Kulturpflanzen. Landwirthschaftliches Centralblatt 1870. Bd. II. S. 349 u. f.

**) a. a. O. S. 366.

***) Fühlings neue landw. Zeitung 1867. S. 107.

†) Schumacher, Einige Beziehungen der Pflanzenwurzel zur Pflanzenkultur. Monatsschrift des landw. Prov.-Vereins f. die Mark Brandenburg u. Niederlausitz. XXII. Bd. 1867. S. 181 u. f.

waschung von Wurzelsystemen haben ihn überzeugt, daß der Klee den größten Theil seiner Nährstoffe aus der Ackerkrume schöpfe.

Angeregt durch die Beschlüsse der zweiten Wanderversammlung der deutschen Agrikulturchemiker und Physiologen zu Göttingen 1864 waren namentlich durch Nobbe in Chemnitz diesbezügliche Versuche mit Rothkleepflanzen gemacht worden, welche im Wesentlichen zu dem Ergebnisse führten, daß die Wurzelverbreitung sich der Nährstoffvertheilung im Boden accomodire, daß der Ernährungszustand der beste sei, wenn die Nährstoffe in der den Wurzeln zugänglichen Bodenregion gleichmäßig verbreitet sind, und daß ferner, obgleich das directe Versuchsergebniß zu Gunsten eines größeren Nährstoffgehaltes der oberen Partien der Ackerkrume spreche, doch in der Praxis auf die Bereicherung der tieferen Bodenschichten an Nährstoffen größeres Gewicht zu legen sei.*)

Henneberg-Weende hatte aus der gleichen Veranlassung Klee-Vegetationsversuche unternommen, über die er in der vierten Versammlung deutscher Agrikulturchemiker, Physiologen und Vorstände der Versuchsstationen zu Braunschweig 1867 berichtet.**) Er kommt aber zu dem Resultat, daß eine Bodenschicht von 1′ Tiefe, auch wenn der Boden alle Nährstoffe in richtiger Qualität enthalte und in seinen sonstigen Eigenschaften normal sei, für die Kleepflanze nicht ausreiche, sondern daß sie bei längerer Vegetationsdauer eine ihr zusagende Bodenschicht bis 2½′ Tiefe nothwendig habe.

H. v. Liebig, der in derselben Versammlung die Resultate seiner Kleekulturversuche mittheilt,***) hält für eine Vegetation eine ½ füßige Schicht guten Bodens für genügend, während bei mehrjähriger Entwickelung der Kleepflanze die Heranziehung des Untergrundes nothwendig sei.

Ueber die Entwickelung der Rothkleewurzeln selbst haben Fraas†) und de Vries††) Untersuchungen angestellt, welchen letzteren ich das

*) Nobbe, Ueber Bewurzelung und Ertrag der Kleepflanzen in Böden mit verschiedener Vertheilung der pflanzlichen Nährstoffe. Amtsblatt f. d. landw. Vereine d. Kgr. Sachsens. XVI. Jahrgang 1868, S. 86 u. f.

**) Landwirthschaftl. Versuchsstationen Bd. X. 1868. S. 91 u. f.

***) Ebendaselbst S. 102 u. f.

†) Das Wurzelleben der Kulturpflanzen, II. Aufl., Berlin 1872.

††) Beiträge zur speciellen Physiologie der landwirthschaftl. Kulturpflanzen. Wachsthumsgeschichte des rothen Klees. Landw. Jahrbücher 1877, VI. Band. S. 465 u. f., 893 u. f.

Folgende entnehme. Die Radicula des reifen Kleesamens läßt eine scharf abgegrenzte Unterscheidung der eigentlichen Wurzelanlage von dem hypocotylen Gliede nicht erkennen, während das untere Ende deutlich wahrnehmbar einen von einer Wurzelhaube bedeckten Vegetationspunkt, den Vegetationspunkt der späteren Hauptwurzel, trägt. Dieser hat nach der Keimung einen wesentlichen Antheil an der Weiterentwickelung der Wurzel. Die von ihm durch Theilung gebildeten Zellen gehen allmählich in Dauergewebe über, und es entsteht so die typische dicotyle Wurzel mit den beim Klee stets im Dreieck stehenden Gefäßbündeln. Aus dem dieselben umgebenden Pericambium werden die ersten Anlagen der Nebenwurzeln, welche den drei Gefäßbündeln entsprechend ebenfalls in drei Reihen angelegt sind, ausgebildet. Die Pfahlwurzel der jungen Kleepflanze wächst anfangs bis zu ziemlich bedeutender Tiefe senkrecht nach unten, und erst wenn sie sich bestockt, wird das Wachsthum und die Verzweigung im Wurzelsystem lebhafter. Schließlich lassen sich die ursprünglich angelegten drei Reihen von Nebenwurzeln, welche zuweilen auch schwachspiralig die Hauptwurzel umlaufen, schwer erkennen, wozu noch verschiedene hier nicht näher zu erörternde Umstände beitragen. Adventivwurzeln, Wurzeln in unregelmäßiger Anordnung, finden sich wohl auch an der Hauptwurzel, ausschließlich dagegen am Wurzelstock, d. h. an demjenigen Pflanzentheile, welcher aus dem hypocotilen Gliede der Keimpflanze durch nachträgliches Dickenwachsthum entstanden ist. Außerdem werden noch Adventivwurzeln in den Blattachseln der Wurzelblätter zur Zeit der Bestockung gebildet. Da diese anfänglich in zwei Reihen stehen, ist dies auch bei den Adventivwurzeln der Fall; die späteren werden aber, wie die späteren Wurzelblätter, allseitig entwickelt. Dieses letztere Wurzelsystem verbreitet sich in den obersten Schichten der Krume und unterstützt so die radiale Ausdehnung der Bewurzelung. Von der mehr oder minder lockeren und feuchten Beschaffenheit der obersten Bodenschichten ist die Stärke der Entwickelung dieser Wurzeln abhängig: bilden sie unter günstigen Bedingungen einen dichten Wurzelfilz, so können sie im entgegengesetzten Falle in ihrer Menge auffällig zurücktreten oder selbst völlig verschwinden. Darüber, ob sie bei den anderen Kleearten, welche in Bezug auf den Nährstoffgehalt des Bodens weniger Ansprüche machen, zahlreicher oder regelmäßiger vorhanden sind, fehlen, soweit mir bekannt ist, irgend welche Angaben. Es muß daher vorläufig unentschieden bleiben, ob sie in Beziehung zu jenem

wesentlich anderen Verhalten anderer Papilionaceen stehen. Wenn wir nun also auch annehmen dürfen, daß der Rothklee bei hohem Reichthum der Ackerkrume und namentlich bei genügendem Feuchtigkeitsgehalt derselben seine Nährstoffe wohl in erster Linie den oberen Bodenschichten entnimmt, so steht doch wiederum fest, daß er auf trocknerem, ärmerem Lande hauptsächlich den Stoffgehalt des Untergrundes in Anspruch nehmen muß. Dies ist ohne Zweifel auf den hochgelegenen etwas geneigten Wingendorfer Feldern der Fall. Der Untergrund, sowie die Krume derselben sind relativ arm an Kali, und der Rothklee kann infolgedessen keine normalen Ernten geben, ein Schluß, der wie ich schon oben zeigte, durch die Erträge anderer an den Kaligehalt des Bodens höhere Ansprüche machenden Pflanzen in vollkommener Weise bestätigt wird.

IV.

Die Wichtigkeit des Ersatzes der durch die Ernten den Aeckern ausgeführten Bodenbestandtheile zur Erzielung gleichmäßig hoher Ernten ist durch meine Untersuchungen über die Ursache der Wingendorfer Kleemüdigkeit von neuem und in der unzweifelhaftesten Weise bestätigt worden. Wird diese Wichtigkeit des Ersatzes jetzt zwar auch so allgemein anerkannt, daß es überflüssig erscheinen möchte, einem weiteren Beweise für dieselbe besondere Aufmerksamkeit zu schenken, so erscheint mir derselbe doch angesichts des Angriffs, welchen die Lehre Liebig's in der schon oben erwähnten Schrift Linde's*) erfahren hat, immerhin nicht unwichtig. Linde stützt seine Angriffe in erster Linie auf den Mineralgehalt der Luft.**)

*) Linde, Die Kleemüdigkeit ꝛc. Leipzig, 1880.

**) Es würde zu weit führen, sämmtliche Arbeiten, welche sich mit dem Staubgehalt der atmosphärischen Luft beschäftigen, aufzuzählen. Außer den zahlreichen Bemerkungen über unseren Gegenstand, welche sich zerstreut in den Werken Pasteur's, Unger's und namentlich auch in Ehrenberg's Mikrogeologie, Leipzig 1854 mit Fortsetzung 1856 finden, möchte ich besonders folgende Arbeiten hervorheben:

Staub, Nebel und Wolken. Referat eines von John Aitken in der Sitzung der Royal Society of Edinbourgh vom 20. December vorgelesenen Abhandlung. „Der Naturforscher", XIV. Jahrgang 1881, Nr. 8, S. 69 u. f.

Tissandier, G., Sur la présence du nickel dans les poussières ferrugineuses atmosphériques. Compt. rend. 1876 LXXXIII. S. 75.

Tissandier, G., Analyse micrographique comparative de corpuscules ferrugineux atmosphériques etc. Ebendaselbst S. 76.

Es unterliegt allerdings keinem Zweifel, daß die atmosphärische Luft Beimengungen organischer und unorganischer Natur enthält, und zwar sind die letzteren nicht nur in Wasser gelöste Salze, sondern auch feste Boden-

---

Phipson. Sur les poussières métalliques de l'atmosphère. Ebendaselbst S. 364 u. f. Citirt daselbst ferner seine frühere Arbeit: Meteors aërolithes and falling stars. 1867, S. 230.

Tissandier, G., Corpuscules aériens et matières salines contenus dans la neige. Ebendaselbst 1875, LXXX. S. 58—61.

Tarry, Sur les pluies de poussière et les pluies de sang. Ebendaselbst S. 1043 bis 1046.

Tarry, Sur les pluies de poussière et les pluies de sang. Ebendaselbst S. 1369 bis 1372.

Zantedeschi: Des nuages, des brouillards, des pluies avec sable observées dans l'athmosphère de l'Italie principalement en 1869 et des effets, qui en ont été les conséquences. Ebendaselbst 1870. LXX S. 1124—1128.

Guyon, Observation fait en Espagne par les blanchisseuses du littoral sud. Ebendaselbst S. 1066—1068.

Boccardo und Castellani, Untersuchung der Substanz eines am 14. Januar 1870 zu Genf gefallenen Staubregens. Chem. Centralblatt 1870, S. 615. Citirt aus l'Institut Bd. XXXVIII. S. 276.

Unger, Fr., Mikroskopische Untersuchung des atmosphärischen Staubes von Gratz. Wiener Sitzungsberichte III. 1849, S. 230—236.

Miquel, P, Etude sur les poussières organisées de l'atmosphère. Annuaire de l'observatoire de Montsouris pour l'an 1879. S. 431 u. f. und Annal. hyg. publ. III. sér. Nr. 9, 10, citirt im Jahresberichte über die Leistungen und Fortschritte der gesammten Medicin, XIV. Jahrgang I. Band. S. 508.

Popper, M. (Prag), Der Staub in der atmosphärischen Luft. Ebendaselbst VII. Jahrgang, I. Bd. S. 467. Citirt aus der Oesterr. Zeitschrift für praktische Heilkunde Nr. 49, 50, 51.

Lancetta, Ueber atmosphärische Staubfälle. Aus dem Bulletino del Club alpino italiano vol. XV. n. 45 p. 104 anno 1881 citirt in der Zeitschrift der Oesterr. Gesellschaft für Meteorologie XVI. Bd. 1881. S. 449.

Ehrenberg, Chr. Gottfr, Bericht über die Verhandlungen d. K. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1845. S. 53—87, 304—322, 357—377, 398—405. 1846. S. 189—207, 202—208, 379—380, 319—328. 1847. S. 285—304, 360—366. 1848. S. 65—69, 107—120, 195—200, 325—345. 349—362, 370—381, 440—442. 1849. S. 91—97, 200—206, 345—354. 1850. 9—12, 123—128, 169—189, ferner

derselbe, Monatsberichte d. K. Preuß. Akademie d. Wissensch. z. Berlin. 1860. S. 137—147, 148—151, 203—208. 1862. S. 202—222, 511—535. 1869. S. 308—320. 1871. S. 3—8, ferner

derselbe, Abhandlungen d. K. Akademie d. Wissensch. z. Berlin. 1838. S. 45—58. 1847. S. 269—460. 1871. S. 1—150, 233—275, ferner

derselbe, Poggendorf. Annal. XVIII. 1830. S. 477—514. XLVI. 1839. S. 187—188. LIV. 1841. S. 284—290, ferner

derselbe, St. Petersbg. Akad. Bull. Sci. XI. 1867 col. 196—202.

theilchen, Asche u. s. w. Allein daraus folgt noch nicht, daß diese mineralischen Beimengungen als Nährstoffe für die Pflanzen von wesentlicher Bedeutung sind. Zunächst dürfte darauf hinzuweisen sein, daß die Veranlassungen zu einem reicheren Gehalt der Atmosphäre an jenen festen Beimengungen der atmosphärischen Luft, die stärkeren Winde, für die Landwirthschaft leicht nachtheilig werden können. Zur Begründung dieses Ausspruches verweise ich auf die Beispiele, welche Linde aus Credner's Elementen der Geologie anführt, daß also die traurige Unfruchtbarkeit des Karstgebirgs durch „Bora" genannte Sturmwinde bedingt wird. Credner giebt ferner an, daß in den Bergen der Provence der Mistral ähnliche Verwüstungen anrichtet, und daß die Gefahr, welche die Fortbewegung recenten Meeressandes durch Stürme den Ortschaften des Küstenlandes bringt, nicht unerheblich sei. Uns allen sind Beispiele ähnlicher Art bekannt, ich erinnere nur an die Beschädigung der Feldkulturen durch den Flugsand in vielen Gegenden Deutschlands, namentlich in der Mark Brandenburg, an die Beschädigung, welche die durch Winde über die Aecker getriebenen Bodenpartikelchen den jungen Zuckerrüben- und Erbsenpflanzen durch Verletzung der zarten Blättchen zufügen. Es muß auch der schädliche, rein mechanische Einfluß stark bewegter Luft auf die Vegetation und namentlich auf die Bäume und Sträucher mit in Betracht gezogen werden. So hat man das Mißlingen von Waldanpflanzungen nicht selten auf die Häufigkeit der Stürme zurückzuführen, worauf z. B. Borggreve*) in Bezug auf die Bepflanzung entwaldeter Küstenländereien hingewiesen hat. Von einer Bodenbereicherung durch den Staubgehalt der Luft kann nun aber schon deswegen im Allgemeinen nicht gesprochen werden, da eine Ausgleichung in naturgemäßer Weise dadurch stattfindet, daß dem Acker, welchem der Wind Bestandtheile fremder Aecker zuführt, eben auch solche entnimmt. Der Gehalt der Atmosphäre an Staub-, Sand- und Aschepartikeln erscheint somit für den Ersatz der Nährstoffe ohne wesentliche Bedeutung. Es ist jedoch unerläßlich, den Werth der von Linde für seine Argumentation angeführten Belege zu prüfen. Derselbe nimmt zunächst Bezug auf die Untersuchungen de Luca's**) welche dieser im Jahre 1861 in Pisa ausführte. Sie weisen zwar im Rückstande des

*) Haberlandt, Allgemeiner Pflanzenbau, Wien 1879, S. 349.
**) Landw. Centralblatt 1861. Bd. II. S. 175 u. f.

in geringer Entfernung vom Boden aufgefangenen Regen- und Schneewassers außer organischen Stoffen fast sämmtliche Stoffe der Ackererde nach, aber de Luca ist weit davon entfernt, diesem Resultat praktische Bedeutung zuzuschreiben, wie er denn auch diese Stoffe quantitativ nicht bestimmte. So werden die Resultate seiner Arbeit in dem bezüglichen Referat folgendermaßen zusammengefaßt: „Die Regenwässer bieten keine bemerklichen Reactionen auf Jod dar, aber die atmosphärischen Strömungen können vom Boden fast alle mineralischen und organischen Stoffe, welche sich in der Ackererde vorfinden, emportragen."

Dem weiter citirten Resultate der Untersuchungen Barrals**) kann ebenfalls Bedeutung für unsere Frage nicht beigelegt werden. Die Menge der Phosphorsäure in den Verdampfungsrückständen von Regenwasser aus Paris und dessen Umgegend schwankte zwischen 2 und 11 Tausendstel, als Mittel nimmt Barral an, daß dem Hektar Ackerland jährlich etwa 400 g Phosphorsäure durch den Regen zugeführt werden. Sieht man davon ab, daß die Richtigkeit der Schätzung aus verschiedenen naheliegenden Gründen eine sehr bedingte ist, so ist das Quantum doch viel zu gering, als daß es bei der Ersatz- und Düngerfrage irgend wie ins Gewicht fallen könnte.

Ebenso unzulässig ist ferner, die Resultate der angezogenen Arbeit von H. J. Pierre***) auf die Verhältnisse des deutschen Binnenlandes übertragen zu wollen. Denn das liegt auf der Hand, daß der Gehalt des Regenwassers zu Caën, welches bei Nord- und Nord-Nord-Westwind mit vorherrschender Richtung nach Nordwest, in welcher Caën nur 30—40 km vom Meere entfernt ist, keinen Anhalt für die Beurtheilung des Gehalts des bei uns fallenden Regens bieten kann.

Sodann hebt Linde (a. a. O. S. 52) die Bereicherung der Atmosphäre durch Vulkandämpfe, welche namentlich Schwefel in der Form von Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure enthalten, hervor. Es ist jedoch hier darauf hinzuweisen, daß der Schwefel sich nur ausnahmsweise und in seltenen Fällen in so geringer Menge im Ackerboden vorfindet, daß man für seinen Wiederersatz sorgen muß. Dies scheint z. B. auf dem ziemlich

*) Landw. Centralblatt 1861. Bd. I. S. 297 und ebendas. 1860 Bd. II. S. 509.

**) Ueber das Salz in den Aeckern, die nicht für Salz enthaltend gelten, und das Salz im Regenwasser. Annalen der Landwirthschaft. XI. Jahrgang 1853, Bd. XXII, S. 294 u. f.

sterilen Haidesandboden der Oberlausitz nothwendig zu sein,*) aber das schlechte Gedeihen des Rothklees daselbst dürfen wir nicht auf diesen Umstand zurückführen, da ja überhaupt dieser Boden infolge seiner physikalischen Beschaffenheit für den Kleebau nicht geeignet ist. Nun meint allerdings Schumacher:**) „Fast möchte man glauben, daß die Kleemüdigkeit, diese Sphynx der Landwirthschaft, nur in einem Mangel an Schwefelsäure im Boden begründet sei", jedoch kann uns seine Beweisführung, die sich in unzureichender Weise hauptsächlich auf Karmrodt's Untersuchungen des Adernauer Kleefelds***) und auf die Gipsdüngungs-Versuche Hellriegel's†) und Pincus††) stützt, nicht überzeugen. Ebensowenig können wir uns seinen weiteren Ausführungen anschließen: „Soweit wie ich mich erinnere, sind schwere Thonbodenarten äußerst kleefähig, Mergel- und leichte Lehmbodenarten, überhaupt alle lockeren Bodenarten, wenn sie sonst auch noch so vorzüglich sind, besitzen eine weit geringere Kleefähigkeit; ich erinnere nur an den Norfolker Boden, welcher alle 4 Jahre Klee trägt; es scheint dies darin seinen Grund zu haben, daß in den schwerem Thonboden das Wasser nur schwer in den Untergrund hinabgeht und deshalb auch die gelösten Stoffe nicht so leicht aus der Ackerkrume fortgehen, was bei lockeren Bodenarten entgegengesetzt ist." Dieses Beispiel des Norfolker Bodens ist nicht günstig gewählt, denn schon 1857 sagt Schwerz:†††) „Für die Provinz Norfolk schreibt der wohl darin bewanderte und genaue Forscher Marshall: „Die Aecker in Norfolk tragen nun schon so lange Klee, daß ungeachtet aller Mühe, die man sich giebt, ihn alle 4 oder auch nur alle 6 Jahre wieder kommen zu lassen, sie seiner müde zu werden scheinen, daher man ihn mit Raygras aussäet." — Der Schwefelgehalt der Atmosphäre hat für die Landwirthschaft nur insofern Interesse, als der Schwefel namentlich in seinen Verbindungen als schweflige Säure und Schwefelwasserstoff die

---

*) Chemischer Ackersmann 1863, IX. Jahrgang, S. 79.

**) Annalen der Landwirthschaft. 43. Bd. 1864, S. 250.

***) Landwirthschaftl. Centralblatt XI. Jahrgang 1863, I. S. 61 u. f.

†) Annalen der Landwirhschaft 1862, S. 217.

††) Agrikulturchemische und chemische Untersuchungen aus der Versuchsstation zu Insterburg. II. Bericht, S. 61.

†††) Anleitung zum praktischen Ackerbau. II. Bd. 1857, S. 267.

Vegetation benachtheiligt*), wie man dies überall da beobachten kann, wo sich Pflanzenkulturen in der Nähe von Etablissements befinden, welche große Mengen Rauch produziren.**) Die diesbezüglichen Angaben Lindes sind daher ebenfalls nicht geeignet, auf die Lösung unserer Frage irgend welchen Einfluß ausüben zu können.

Einen weiteren Beweis der Unhaltbarkeit der Liebig'schen Erschöpfungstheorie wegen des Mineralgehaltes der Luft findet Linde in den Resultaten, welches Reinsch***) bei folgenden Versuchen erhielt. Derselbe verbrannte 8000 g 96 % Tr. Weingeist, wozu 27,847 kg Luft erforderlich waren. Die Flüssigkeit, welche bei der Verbrennung des Weingeistes erhalten wurde, enthielt

135 mg Kali- und Natronsalze,
240 " phosphorsauren Kalk,
112 " Gips und
303 " Staub (aus Kiesel- und Thonerde mit Eisenoxyd bestehend).

Nach einem anderen Versuche, den er unter Anwendung eines Leinwanddaches von 100 Quadratfuß Größe unternahm, berechnet er den Rückstand aus den atmosphärischen Niederschlägen für die Fläche eines bayrischen Morgens = 0,347 ha im Jahre 1872 auf wenigstens 87 Pfd., im Jahre 1873 dagegen auf 160 Pfd.†) Die Mengen der einzelnen Bestandtheile waren folgende:

	1872.	1873.
Kali und Natronsalze an Schwefelsäure, Kohlensäure und Chlor gebunden	17 Pfd.	23 Pfd.
Phosphorsaure Kalk- und Talkerde	34 "	46 "
Gips	9 "	20 "
Kohlensaurer Kalk	11 "	6 "
Eisen-Mangan-Kupfersalze	3 "	5 "
Unlöslicher kiesel-thonhaltiger Rückstand	13 "	60 "
Summa	87 Pfd.	160 Pfd.

*) Frank, Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880. S. 331. 335.

**) Rösler in den Mittheilungen des landw. Instituts der Universität Halle. I. Heft, Halle 1863. S. 179 u. f. Ferner:
Stöckhardt, Chemischer Ackersmann 1863, S. 226 u. f. und
Schröder, Landw. Versuchsstationen 1872, S. 321 u. f. 1873, S. 447 u. f.

***) Reinsch, Zusammenstellung der Resultate u. s. w. Erlangen 1874; ferner:
Reinsch, Neue Versuche zur Beweisführung, daß die Pflanze ihren Kali- und Phosphorsäuregehalt größtentheils der Luft entnimmt. Erlangen bei Besold (ohne Angabe des Jahres), Separatabdruck aus dem neuen Jahrbuche f. Pharmacie, sodann Reinsch, Experimentelle Beiträge über die Ernährung der Pflanzen. Erlangen 1871.

†) Nicht in einem Sommer, wie Linde a. a. O. S. 53 angiebt.

Ich bin natürlich nicht berechtigt, die Zahlen Reinsch's anzufechten, allein die Methode, nach welcher die Versuche ausgeführt wurden, namentlich die des zu zweit genannten, ist nicht unbedenklich, da sich bei ihrer Anwendung eine große Anzahl ins Gewicht fallender Fehler nicht vermeiden läßt. Die Anwendung der durch die Versuche Reinsch's gefundenen Zahlen auf die beim Ackerbau vorliegenden Verhältnisse muß aber geradezu absurd genannt werden. Es leuchtet sofort ein, daß die athmosphärische Luft im Freien ganz andere Beimengungen haben wird, wie die im chemischen Laboratorium, und daß der Acker in Bezug auf seine Absorptions- und sonstigen Verhältnisse mit einer aufgespannten Leinwand, die fortwährend durch $^1/_{400}$ % Salmiakgeistlösung feucht erhalten wird, nicht verglichen werden kann.*)

In einer Beziehung befinden wir uns jedoch mit Linde in vollständigster Uebereinstimmung, wenn er nämlich (S. 54) bemerkt: „die moderne Naturforschung verfällt überhaupt öfters in den Fehler, von künstlichen Verhältnissen („Leinwanddach"!) auf natürliche („Ackerboden"!) zu schließen, was namentlich in der Physiologie und Pathologie nicht selten zu bedauerlichen Irrthümern führt."

Die Behauptung, daß der in der Luft befindliche Staub mehr Mineralstoffe auf die Erde führe, als die Pflanzen zu ihrer Ernährung bedürfen, ist übrigens schon früher durch Victor Jacobi aufgestellt worden.**) Einen indirekten Beweis für die Bedeutung des Mineralgehalts der Luft für die Pflanzenernährung kann ich, wie Linde dies thut, in den auf den Bäumen lebenden tropischen Orchideen durchaus nicht finden, da diese bekanntlich ihre Nährstoffe aus den auf den Bäumen angesammelten Stoffen, seien es Rückstände verfaulter Rinde oder Blätter und sonstiger pflanzlicher Stoffe, seien es Exkremente der zahlreichen die Bäume der tropischen Gegenden bevölkernden Thiere, beziehen. In noch höherem Grade als die auf Bäumen wachsenden Orchideen scheinen diejenigen Orchideen für die

*) Mayer, Lehrbuch der Agriculturchemie, Heidelberg 1876, II. Theil, S. 303. Anmerkung: „Auch H. Reinsch nimmt an, daß die Aschenbestandtheile in sehr großen Mengen den Pflanzen durch die Luft zugeführt werden; doch sind seine immerhin beachtenswerthen Versuche nicht einmal ausreichende Belege für die Meinung, daß die Luft erhebliche Mengen von Aschenbestandtheilen enthält. Die Beweisführung für die Assimilirung dieser Bestandtheile ist geradezu liederlich."

**) Victor Jacobi, Freiherr v. Liebig, Leipzig 1863, II. Auflage, S. 60 citirt aus Conrad, Liebigs Ansicht von der Bodenerschöpfung, Jena 1864, S. 17.

ausschließliche Ernährung durch die Atmosphäre zu sprechen, deren Knollen frei z. B. an einer Wand im Zimmer aufgehängt ohne Berührung mit dem Boden fortwachsen und sogar blühen,*) ferner die Krustenflechten, namentlich die Lecanora-, Lecidea- und Biatora-Arten, welche das nackte Gestein überziehen. Ich sagte, diese Pflanzen scheinen für eine ausschließliche Lufternährung zu sprechen, denn in Wirklichkeit werden die jungen Orchideenpflanzen in nährstoffreichem, humosem Boden kultivirt und leben dann von den aufgespeicherten Nährstoffen; die genannten Flechten dagegen greifen mit ihren Fibrillen das Gestein an und entnehmen diesem so die Stoffe, welche sie zu ihrer Ernährung bedürfen.

Schließlich bemerkt Linde:**) „Le Play (landw. Centralblatt 1862, Bd. I. S. 393) berichtet z. B. über einen Boden, der weder in der Ackerkrume, noch im Untergrunde nachweisbare Mengen von Kalk enthält, und dennoch ohne Düngung jährlich Kalk enthaltende Ernten lieferte." Diese nach Linde wunderbar erscheinende Beobachtung, welche unwillkürlich Reminiscenzen an die bekannte Schrader'sche Lösung der von der Berliner Akademie im Jahre 1800 gestellten Preisfrage: Von welcher Art sind die erdigen Bestandtheile u. s. w., erweckt, erhält jedoch in demselben Berichte eine sehr einfache, natürliche Erklärung durch folgende Worte des Berichterstatters: „Herr le Play hat mittelst einer genauen mineralogischen Untersuchung des betreffenden Bodens gefunden, daß derselbe auf Gneis gelagert ist, in dem Gänge von Granit, Pegmatit und Anorthit eingesprengt sind; hierüber liegt eine Schicht von Tuff, welcher mit Gneis gemengt ist, in einer Mächtigkeit von mehreren Metern, und auf diese folgt endlich der Ackerboden. Zahlreiche chemische Analysen, welche in richtiger Weise geleitet und mit Genauigkeit ausgeführt worden sind, erwiesen, daß der in den Pflanzen enthaltene Kalk von dem unter dem Ackerboden liegenden Tuff herstamme. Derselbe enthält 0,0014 % Kalk und kann die Hälfte davon schnell genug, in etwa 2 Jahren, durch Einwirkung der Luft und des Regens verlieren. Dieser Tuff enthält also kohlensauren Kalk; vom Regenwasser durchdrungen, löst die darin enthaltene Kohlensäure den Kalk auf. Das mit Kalk versehene Wasser dient zur Nahrung der Pflanzen, mag es nun entweder durch

*) Schultz-Schultzenstein, Ueber Pflanzenernährung, Bodenerschöpfung und und Bodenbereicherung, Berlin 1864. S. 25.

**) a. a. O. S. 53.

die Haarröhrchenkraft aus dem Untergrunde emporsteigen oder zu Bächen vereinigt die tiefer gelegenen Ländereien befeuchten. Durch eine Reihe verhältnißmäßig leicht zu ermittelnden Thatsachen und durch die aus denselben gezogenen Schlußfolgerungen ist somit auf ganz einfache Weise ein Problem gelöst, welches man zu einer anderen Zeit zu Gunsten der Ansicht, daß den Pflanzen die Eigenschaft zukomme, durch die Kraft der Vegetation Mineralstoffe zu schaffen, gedeutet und leicht als entscheidend für dieselbe betrachtet haben würde." Diese Erklärung befindet sich ebenfalls auf Seite 393 des I. Bands des Jahrgangs 1862 des landwirthschaftlichen Centralblattes. Sapienti sat.

Linde*) meint ferner, daß die aus den Wasserkulturversuchen hergeleitete Theorie, nach welcher ein Boden, dem einzelne unentbehrliche Pflanzennährstoffe absolut fehlen, keine vollkommene Entwickelung der Pflanzen ermögliche, des Athmungsprozesses des Bodens und des Mineralgehalts der Athmosphärilien wegen nicht nur unrichtig, sondern auch ganz gegenstandslos sei, weil es infolge dieser beiden Faktoren überhaupt gar keinen Boden geben könne, welchem einzelne solcher Stoffe fehlen. Es ist nun klar, daß die Zwecke der Pflanzenphysiologie bei der Ausführung der Wasserkulturen ganz andere sind und naturgemäß sein müssen, als die, welche die Landwirthschaft bei dem Anbau der Früchte verfolgt. Diese will die Nothwendigkeit der einzelnen Stoffe für die normale Ernährung der Pflanzen nachweisen, die Gesetze der Stoffaufnahme klarlegen, den Grad der Tauglichkeit gewisser Verbindungen, der Pflanze zur Ernährung zu dienen, prüfen; jene erblickt ihren Endzweck in der Erzeugung einer möglichst großen Menge pflanzlicher und thierischer Produkte, in der Erzielung einer möglichst hohen Rente. Es ist eine Naturnothwendigkeit, nicht eine Theorie, daß sich die Pflanzen nur dann vollständig entwickeln können, wenn ihnen alle zur Ernährung nothwendigen Stoffe geboten werden, an der nicht gerüttelt werden kann und die keine Ausnahme erleidet. Die zweckmäßigste und billigste Art und Weise der Beschaffung dieser Pflanzennährstoffe aber ist eine Aufgabe des landwirthschaftlichen Kalküls.

Wir wissen, daß dem Boden alljährlich eine nicht unbedeutende Menge von Nährstoffen, auch unorganischer Natur, durch die Niederschläge u. s. w. zugeführt werden; wir wissen ferner, daß durch die Verwitterung all-

*) a. a. O. S. 54.

jährlich eine ebenfalls nicht unbeträchtliche Menge Nährstoffe den Pflanzen zugänglich gemacht wird, aber es fragt sich, ob diese Mengen groß genug sind, um eine weitere Zufuhr durch Düngung überflüssig zu machen. Für einige wenige Oertlichkeiten mag dies der Fall sein, bei dem Betrieb der Landwirthschaft in Deutschland ist dagegen im Allgemeinen zur Erzielung gleichmäßig hoher Ernten eine Nährstoffzufuhr durch Düngung absolut nothwendig. Meine Untersuchungen des Wingendorfer Bodens haben beispielsweise zur Evidenz bewiesen, daß die Verwitterung nicht im Stande ist, diejenige Menge Kali frei zu machen, welche zum rentablen Anbau des Rothklees erforderlich ist. Allerdings ist der Boden noch vermögend genug, vollkommene Kleepflanzen hervorzubringen, d. h. Pflanzen, welche normal zur Fruktifikation gelangen, damit kann aber der Landwirth nicht zufrieden gestellt sein, er verlangt von seinem Acker eine Rente durch möglichst hohen Ertrag der angebauten Früchte.

Es darf sodann nicht unberücksichtigt gelassen werden, daß ein nicht unbeträchtlicher Theil des kultivirten Landes nur sehr wenig verwitterungsfähiges Material einschließt. Ich erinnere hier an den Quarzsand der sterilen Sandböden des nördlichen Deutschlands, welche nur nach längerer Ruhe im Stande sind, dürftige fast nur die Kosten der Bestellung deckende Ernten hervorzubringen.*) Gerade diese armen Böden, welche ohne Düngung nur nach Verlauf mehrerer Jahre eine dürftige Kornernte zu liefern vermögen, zeigen, daß das Zusammenwirken der den Boden bereichernden Faktoren, Atmosphäre, Niederschläge und Verwitterung u. s. w. für die Zwecke der Landwirthschaft nicht genügen.

Es wird hier nothwendig sein, der Zufuhr von Pflanzennährstoffen, also dem Ersatz der durch die Ernte ausgeführten Bodenbestandtheile, eine

---

*) Im Regierungsbezirk Potsdam z. B. kommt solch armer Boden, der nur alle 3—12 Jahre bestellt werden kann, in weiter Verbreitung vor. „Gegen Schluß des vorigen Jahrhunderts wurde eine Nachweisung solchen 3—12 jährigen Ackerlands gemacht, laut deren derselbe vom gesammten Ackerlande folgende Flächentheile einnahm. In der Priegnitz $^1/_{24}$, Ruppin $^1/_{18}$, Glien-Löwenberg $^1/_{233}$, Uckermark $^2/_{29}$, Oberbarnim $^1/_{15}$, Niederbarnim $^1/_7$, Havelland $^1/_{60}$, Zauche-Luckenwalde $^1/_{15}$, Teltow $^1/_{22}$, Beeskow-Storkow $^1/_{10}$; seitdem mag wohl eine gesteigerte Kultur dieses Verhältniß viel günstiger gestaltet haben.“ (Jahrbücher für die amtliche Statistik des Preußischen Staates, I. Jahrgang 1863, S. 203). Nach derselben Quelle, S. 207, bedeckt im Regierungsbezirk Frankfurt a. O. der unfruchtbare 5—12 jährige Sandboden in der Neumark $^1/_{82}$, der 3—12 jährige im Lande Lebus $^1/_{14}$ der gesammten Ackerfläche.

kurze Betrachtung zu widmen. Bei der Wasserkultur ist es den Pflanzen möglich, einzelne Bestandtheile der Nährlösung vollständig zu entziehen; anders und weit komplizirter gestalten sich dagegen die Verhältnisse im Boden. Der landwirthschaftlich an gewissen Stoffen erschöpfte Boden ist dies im Sinne der Chemie nicht, und es ist ja bekannt, daß der dürre, total unfruchtbare Sandboden in der Regel noch eine bedeutend größere Menge von Pflanzennährstoffen enthält, als man bei seiner Sterilität anzunehmen geneigt sein möchte. So enthielt nach der Angabe Stöckhardt's ein ohne Düngung und Bewässerung ganz unfruchtbarer Haidesandboden pro Morgen und 12 Zoll Tiefe:*)

Kieselerde über $2^1/_3$ Millionen Pfund		
„ in löslicher Form . . .	110	Pfund
Thonerde	2000	„
Eisenoxyd und Manganoxyd . . .	28 000	„
Kalkerde	50	„
Talkerde	30	„
Kali	9000	„
desgl. in löslicher Form	300	„
Natron	7000	„
Phosphorsäure	500	„
Schwefelsäure	50	„
Salzsäure	80	„
Humussubstanz	9500	„
darin etwa Stickstoff	450	„

Für den durchschnittlichen Gehalt des armen Haidesandbodens der preußischen Oberlausitz giebt ferner Fallou**) folgende Zahlen an:

pro Morgen bei 20 Zoll Tiefe.

Kali-Gesammtgehalt . . .	48 000	Pfund
„ in Säure löslich . .	2000	„
Kalkerde	1700	„
Talkerde	700	„
Kieselerde in Säure löslich .	2900	„
Phosphorsäure	1700	„
Schwefelsäure	800	„

*) Stöckhardt, E. u. A., Der angehende Pachter, 7. Aufl. 1869. S. 85.

**) Chemischer Ackersmann, 9. Jahrgang 1863, S. 78.

Aus diesen Zahlen geht zur Genüge hervor, daß der Boden zur Production einer normalen Ernte weit mehr mineralische Nährstoffe enthalten muß, als ihm durch dieselbe entzogen wird. Die Quantität von Nährstoffen jedoch, welche im Boden zum lohnenden Anbau unserer Kulturpflanzen disponibel sein muß, ist zur Zeit noch nicht sicher ermittelt, und nach der Natur der Umstände ist es auch wahrscheinlich, daß allgemein gültige Zahlen zu gewinnen nicht möglich sein wird. Es muß nun aber das Bestreben jedes Landwirths dahin gerichtet sein, seinen Boden in demjenigen Zustand der Kraft zu erhalten, der zur Erzielung normaler Ernten der von ihm angebauten Früchte erforderlich ist. Die Erhaltung dieses Kraftzustandes ist, wie schon oben angezeigt wurde, in den weitaus meisten Fällen nur durch Zuführung von Pflanzennährstoffen in den Düngemitteln zu erreichen, und die Wirksamkeit der letzteren bezeichnet den Zeitpunkt des Eintritts der Erschöpfung des Bodens im landwirthschaftlichen Sinne. Dürfen zwar auch im allgemeinen keine Auslagen für Düngungen gemacht werden, ehe deren Kosten der Mehrertrag der Ernten deckt, ehe sie also wirksam sind, so sind jedoch für das Kali andere Gesichtspunkte in Betracht zu ziehen. Bekanntlich erleidet das Kali durch die obersten Schichten des Bodens eine so starke Absorption, daß stets eine größere Anzahl von Jahren erforderlich ist, um den daran verarmten Untergrund dasselbe wieder in genügender Menge zuzuführen.*) Um den in der Zwischenzeit nothwendiger Weise eintretenden Ernteausfall zu vermeiden, muß also dem Boden schon zu einer Zeit Kali zugeführt werden, wo sich die Erschöpfung an diesem wichtigen Nährstoff noch nicht bemerkbar macht. Die Möglichkeit, einen fast vollständigen Ersatz kostenlos zu geben, gewährt aber eine intensive Viehhaltung, eine Viehhaltung unter reichlichem Zukauf von Kraftfuttermitteln, da sich dieselben, wie Jul. Kühn so schön zeigt,**) allein durch

*) Aus diesem Verhalten des Bodens gegen das Kali erklärt sich die Erscheinung, daß wirklich kleemüder Boden längere Zeit dazu bedarf, um wieder sichere Kleeernten zu geben. „Erst nach einer 12—18 jährigen guten Behandlung des früher mißhandelten Bodens kann man auf sichere Kleeernten rechnen.“ Koppe, Unterricht im Ackerbau und der Viehzucht. VI. Aufl. Berlin 1845, II. Theil S. 264. „Nur eins ist gewiß, daß wenn der Boden des Klees einmal aus Uebermaß müde geworden, eine Reihe von Jahren dazu gehört, ihn wieder damit auszusöhnen.“ Schwerz, Anleitung zum praktischen Ackerbau IV. Aufl. Stuttgart und Augsburg 1857, II. Bd. S. 268.

**) Vergl. Jul. Kühn, Die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes. VIII. Aufl. Dresden 1881, S. 112 und 114, sowie dessen Berichte des landw. Instituts der Universität Halle. III. Heft, Dresden 1881, S. 80 und 81.

den Preis der thierischen Producte und den Mehrgehalt des Düngers an Stickstoff bezahlt machen. Hieraus erhellt die eminente Bedeutung einer rationellen Viehhaltung: viel Futter, viel Milch, viel Dünger, viel Getreide, viel Geld.

Aus diesen Betrachtungen geht die Bedeutung desjenigen Theils der Landwirthschaftswissenschaft, welcher sich mit der Ermittelung der Ab- und Zunahme des Düngerkapitals im Boden beschäftigt, die Statik des Ackerbaues, klar hervor. Linde spricht zwar von einem statischen Irrwahn, der offenbar durch die unrichtige Vorstellung veranlaßt worden sei, als dünge man die Pflanzen ähnlich wie man die Thiere füttert,*) und nennt den statischen Standpunkt an und für sich ganz irrationell-schablonenhaft. Wird der Ersatz in gleicher Weise für alle Pflanzenstoffe, welche wir dem Boden durch die Ernten entnehmen, gefordert, so zum Beispiel, daß man einen Ersatz des ausgeführten Schwefels für dringend geboten erachtet und deshalb dem Schwefelwasserstoff, der schwefligen Säure der Atmosphäre und somit auch den Vulkandämpfen Wichtigkeit für die Ernährung unserer Kulturpflanzen zuschreibt, so mag letztere Bezeichnung allerdings gerechtfertigt erscheinen. Aber selbst Liebig, dessen unsterbliches Verdienst es ist, auf die Wichtigkeit des Ersatzes mit so überzeugender Schärfe hingewiesen zu haben, verlangt diesen vollständigen Ersatz nicht, und wir werden ihm völlig beipflichten müssen, wenn er sagt: „Es ist bereits weitläufig auseinandergesetzt worden, daß manche Felder, welche reich an Silicaten, an Kali, Kalk und Bittererde sind, durch den Kornbau im gewöhnlichen Stallmistbetriebe in der That nur an Phosphorsäure und Stickstoff erschöpft werden und daß der Landwirth, wenn er für deren Wiederersatz gesorgt hat, den der anderen Stoffe vollkommen vernachlässigen kann; dagegen kann Niemand etwas sagen, aber er überschreitet völlig seinen Standpunkt, wenn er von diesem Falle Schlüsse zieht auf andere, wenn er anderen Landwirthen glauben machen will, daß sie gleich ihm für Kali, Kalk, Bitterde, Kieselsäure nicht zu sorgen hätten, und daß Ammoniaksalze und Kalksuperphosphate ausreichend für die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit aller erschöpften Felder seien".**)

Die Wichtigkeit der Erschöpfungstheorie und die hohe Bedeutung des

*) Linde, a. a. O. S. 56.

**) Justus v. Liebig, a. a. O. S. 260, 261.

Stoffersatzes für den Ackerbau ergiebt sich sonach einfach aus der Betrachtung der thatsächlich vorliegenden Verhältnisse. Sie geht keineswegs aus einer pessimistisch kurzsichtigen Naturanschauung hervor, wie Linde (a. a. O. S. 57) meint. Ebensowenig vermag ich zuzugeben, daß die Erschöpfungstheorie „einen unverkennbar krankhaften kulturhistorischen Hintergrund" habe, und daß das „Erschöpfungsgespenst" erst in den späteren Entwickelungsstadien der Völker auftauche.

Es wird nicht bestritten werden können, daß die wirthschaftlichen Verhältnisse Amerikas erst im Aufblühen begriffen sind, und trotzdem mehren sich die Klagen über die Verarmung ganzer Ländereien infolge des schonungslosesten Raubbaues, der das Land bis zur Erschöpfung aussaugt und dann unbenutzt liegen läßt. „Düngen des Landes war bis vor nicht gar langer Zeit eine unbekannte Sache, und auch noch heute giebt es viele Farmer, die dasselbe verschmähen. Die bittere Noth wird indessen auch diese binnen Kurzem überzeugen, daß sie nur die Wahl haben zu düngen oder ihr Land liegen zu lassen. Ohne Düngung lohnt sich augenblicklich nur noch der Ackerbau in den Marschgegenden, in den sogenannten Bottom-Lands. Ernten von 4—5 Bushels Weizen oder 10—15 Bushels Mais auf den Acre bezahlen die angewandte Arbeit und die Kosten nicht und doch wird auf vielem ungedüngten Lande factisch nicht mehr geerntet. Diese Nothwendigkeit des Düngens wird indessen in der ganzen Landwirthschaft der mittleren und westlichen Staaten eine vollständige Umwälzung hervorbringen, sowie sie dieses bereits in östlichen Staaten gethan hat."*) „In Virginien liegen Hunderttausende von Ackern unbearbeitet, nachdem sie durch Jahrzehnte langen Tabaksbau ruinirt sind; in den südlicheren und südwestlichen Staaten finden sich ebenso große, jetzt von Gestrüpp bedeckte Flächen, welche durch den Baumwollenbau erschöpft sind, in den Neu-England-Staaten läßt man alte, weil unergiebige Farmen brach liegen und verwildern und selbst in den neuen westlichen Staaten, wie z. B. Jowa wollen schon jetzt Mais und Weizen ohne Dünger nicht mehr fortkommen." „Wir begehen den Irrthum", — sagt Herr Ernst Theo. Gennert, der Director der Runkelrübenzuckerfabrik in Portland in Maine, über die amerikanische Ernte von 1877 — „uns als eine landwirthschaftlich prosperirende Nation zu betrachten,

*) Wilh. Jüngst, Der Ackerbau von Indiana und Ohio. Landwirthschaftliche Jahrbücher 1881. X. Band, S. 6.

weil wir Jahr auf Jahr die Erzeugnisse unseres Landes nach Europa verschicken, bis wir schließlich am Stillen Ocean angelangt sein werden. Es klingt recht trügerisch, wenn wir in den Zeitungen lesen, daß wir so und so viele Millionen Bushel Mais, Weizen und anderes Getreide nach Europa verschiffen, daß wir Millionen von Pfunden Fleisch, Butter und Käse nach fremden Ländern senden; allein es hört sich anders an, wenn wir erfahren müssen, daß die Durchschnittsweizenernte in diesem Jahre in Tennessee 4 Bushels betrug, in Ohio, welcher Staat ehedem der Garten der Vereinigten Staaten war, 10 Bushels und daß in den ganzen Vereinigten Staaten der Durchschnitt seit vielen Jahren 11 Bushels ist."*) Ferner: „Ich fand in Staaten, deren Boden vor höchstens 30 Jahren von dem ersten Pfluge gebrochen war, verlassene Häuser, deren Mauern mit Moos bedeckt waren, öde Felder, die einst fruchtbar gewesen waren und jetzt uneingezäunt und von Unkraut überwuchert dalagen, eine müßig umherlungernde, spärliche Bevölkerung und überall traurige Spuren des Greisenalters, als wäre nie ein frischer, freier Luftzug über diese Fluren gegangen. Ein amtlicher Bericht der landwirthschaftlichen Abtheilung vom Jahre 1867 schätzt sogar das erschöpfte und brachliegende Land der Südstaaten auf 100 Millionen Acker!"**) H. Semler***) in San Francisco berichtet ferner: „Auf dem Alluvialboden an den Ufern anderer Flüsse (als des Sacramento und des Missisippi) oder an der Seeküste giebt man einer Ernte von 20 Bushels Weizen per Acre als Durchschnitt für die ersten zehn Jahre des Raubbaues das Prädicat gut, und dasselbe gilt auch von dem fruchtbaren Prairieboden in Illinois, Indiana u. s. w., dessen ich oben erwähnte. Die Erfahrung hat gezeigt, daß auf diesem Primaboden ununterbrochen 25 Jahre hindurch ohne Düngerzufuhr Weizen gebaut werden kann, daß aber nach 10 Jahren die Quantität, mehr aber noch die Qualität abnimmt, und daß die Ernte in den letzten 5 Jahren so dürftig wird, daß sie nur bei besonders günstigen Witterungsverhältnissen das Einheimsen verlohnt. Leichterer Boden wird natürlich eher erschöpft, wie denn der sehr häufige kiesige Boden schon nach 10jährigem Raubbau ausgesogen ist. Durch immer tieferes Pflügen kann

*) Kapp, Die amerikanische Weizenproduction, Berlin 1880, S. 16, 17.

**) Kapp, a. a. O. S. 19.

***) Semler, H., Die wahre Bedeutung und die wirklichen Ursachen der nordamerikanischen Concurrenz in der landwirthschaftl. Production. Wismar (Hinstorff) 1881, S. 27 u. f.

allerdings dieser Zeitpunkt hinausgeschoben werden, und dies ist denn auch das erste Hülfsmittel, zu welchem die nordamerikanischen Farmer gegriffen haben. Sie lassen in den meisten Ackerbaudistricten ihre Pflüge heute schon ziemlich tief greifen, gewiß ebenso tief wie im allgemeinen die deutschen Landwirthe, wie sie überhaupt mehr und mehr bestrebt werden, dem Boden eine etwas sorgfältigere Bearbeitung angedeihen zu lassen. Noch Ausgangs der sechsziger Jahre pflügten die meisten californischen Farmer nicht tiefer wie 3 Zoll, während sie jetzt ihre Pflüge auf 10 Zoll einsetzen. Natürlich ist der Anwendung dieses Hilfsmittels eine Grenze gesetzt und wenn diese erreicht sein wird, dann müssen die Farmer zu einem rationellen Bewirthschaftungssystem übergehen. Zu einem solchen drängen in den beiden nordamerikanischen Kornkammern, dem Mississippithale und Californien, eigentlich jetzt schon alle Verhältnisse hin u. s. w.“ Diese Citate bedürfen keines Commentars.

V.

War es der Zweck der obenstehenden Darlegung, auf die Wichtigkeit des Stofferſatzes behufs Erzielung gleichmäßig hoher Ernteerträge hinzuweisen, so darf doch auch anderseits nicht unerwähnt bleiben, daß eine Anzahl unserer Kulturpflanzen außer der Darbietung der erforderlichen Summe von Nährstoffen und außer der Befriedigung der Anforderungen an die Bearbeitung des Landes noch die Erfüllung weiterer Bedingungen verlangt, um einen hohen Ertrag zu liefern. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß es trotz Anwendung aller Sorgfalt der Kultur nicht möglich ist, den Ertrag gewisser Pflanzen in gleicher Höhe zu erhalten, wenn sie nicht in einem bestimmten Wechsel mit anderen Pflanzen angebaut werden, sondern mehrere Jahre aufeinander oder doch in zu kurzen Zwischenräumen auf demselben Feld gebaut werden. Die Erklärung dieser Erscheinung, welche auch da sich zeigt, wo die Möglichkeit einer Schädigung durch Parasiten irgend welcher Art, deren Vermehrung der gehäufte Anbau einer gewissen Frucht zuweilen zur Folge hat, nicht vorliegt, ist bis jetzt noch nicht gelungen.

Infolge dieses eigenthümlichen Umstandes der „Unverträglichkeit“ gewisser Pflanzen mit sich selbst, welche bezüglich des Klees schon oben ausführlich besprochen wurde, baut der Landwirth die Kulturpflanzen im Wechsel

mit einander an. Der Fruchtwechsel, der Pflanzenwechsel im landwirthschaftlichen Sinne, ist jedoch von dem Pflanzenwechsel der wildwachsenden Vegetation streng zu trennen. Ersterer ist eine Maßnahme zur Erzielung möglichst hoher Ernteerträge, letzterer ist eine Consequenz des Kampfes um's Dasein, aber auch kein Gesetz, wie Linde*) annimmt, sondern nur eine Erscheinung, welche sich nach gewissen, noch nicht völlig klar erkannten Gesetzen vollzieht und deren teleologische Bedeutung wir noch nicht erkannt haben. Durch eine Vermengung der so verschiedenen Dinge „Pflanzenwechsel im landwirthschaftlichen Sinne" und „Pflanzenwechsel der wildwachsenden Vegetation", durch Verwechselung von Gesetz und Naturerscheinung ist Linde zu der irrigen Annahme einer Naturgesetzlichkeit des landwirthschaftlichen Pflanzenwechsels verleitet worden. Aus folgender Betrachtung wird dies klarer hervorgehen. Die Zusammensetzung der wildwachsenden Vegetation, die Zahl der Pflanzenarten sowohl als auch das numerische Verhältniß der Individuen der einzelnen Art, wird bei der allen lebenden Wesen innewohnenden Tendenz sich zu vermehren und auszubreiten durch die spezifische Fähigkeit der einzelnen Art bestimmt, den Kampf um's Dasein mit anderen zu bestehen. Die einzelnen Pflanzenarten sind den vorhandenen localen Verhältnissen genau angepaßt; jede Veränderung der letzteren findet in der Vermehrung derjenigen Pflanzen, deren Gedeihen durch diese Veränderung begünstigt wird, und in der dadurch nothwendigen Verminderung oder selbst Unterdrückung anderer exacten Ausdruck. Die Momente, welche als bestimmend anerkannt werden müssen, sind bekanntlich chemische und physikalische Beschaffenheit des Bodens, Beleuchtung, Wärme u. s. w.**)

Röll***) fand z. B. 1868 auf den Rändern der neuen Straße von Oberhof nach dem Beerberg Oligotrichum hercynicum; im nächsten Jahre hatten sich auch zahlreiche sterile Pflanzen von Pogonatum urnigerum ein-

---

*) a. a. O. S. 27.

**) Es darf jedoch auch nicht vergessen werden, daß gewisse Pflanzen das Bestreben nach Isolirung haben, während bei anderen ein „Trieb nach einer Art von Geselligkeit" (Vogel, Westermann's illustrirte deutsche Monatshefte 1881. Septemberheft S. 775 u. f.) nicht zu verkennen ist. Zu ersteren gehören z. B. Solanum dulcamara, Lychnis dioica, Cucubalus bacciferus, Malva moschata, Geranium macrorrhizum u. a. Die Ursachen dieses eigenthümlichen Verhaltens sind meines Wissens ebenfalls noch völlig unaufgeklärt.

***) Röll, Die Thüringer Laubmoose. Im Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft über das Jahr 1874—75. Frankfurt a. M. 1875. S. 146 u. f.

gefunden; 1870 trat dasselbe reich fruchtend und in großer Ausbreitung auf, Oligotrichum immer mehr verdrängend und schon 1872 war ihm dies völlig gelungen. An frisch gerissenen Wasserläufen setzt sich ferner die erste Vegetation häufig aus Sphaerangium triquetrum und verschiedenen Phascaceen, namentlich Phascum cuspidatum und Ph. curvicollum, zusammen. Dann findet sich gewöhnlich Pottia cavifolia, P. intermedia und Barbula unguiculata ein, während die zuerst genannten Moose verschwinden. Aber auch diese vermögen es nicht, den Platz zu behaupten, denn bald treten pleurocarpische Moose auf, namentlich Amblystegium- und Eurhynchium-Arten welche nun nach längerer oder kürzerer Zeit ausschließlich dominiren.

Ein auffallender Wechsel der Vegetation zeigt sich nach Abtrieb von alten Holzbeständen. So entwickeln sich auf Muschelkalk in den ersten Jahren nach der Abholzung in der Regel sehr üppig Verbascum-Arten. Aber bald, meist schon nach Verlauf von einigen Jahren, treten diese auffällig zurück, und andere Pflanzen nehmen ihre Stelle ein, z. B. Centaurea montana, Anthericum ramosum, Bromus erectus, Sesleria coerulea, Cirsium-Arten u. s. w. Bei der Trockenlegung eines Torfwiesenmoores verschwindet bald das sogenannte saure Gras, und es treten neue Grasarten und Kräuter auf. Eine ähnliche Veränderung der Vegetation tritt auch nach der Entwässerung der Hochmoore ein. Anstatt der Krüppelföhre zeigt sich die Birke und bei weiter fortgesetzter Kultur die Fichte und die Eiche; oder anstatt der Sphagnum-Arten, der Vaccinien und Eriken derjenigen Hochmoore, welche keine Neigung zur Waldvegetation besitzen, treten dann hochwüchsige Gräser und Arten von Syngenesisten, auch einige Straucharten, Weiden und Pappeln auf.*)

Es ist nun klar, daß diejenigen Pflanzen, welche in den angeführten Beispielen schließlich das ganze Terrain occupiren, sich dort nur deswegen so stark verbreiten konnten, weil gerade ausschließlich für sie die lokalen Verhältnisse geeignet waren.

Von ganz anderen Verhältnissen dagegen ist der Standort unserer Kulturpflanzen abhängig. Hier entscheidet lediglich der Kalkül, und die Ergebnisse desselben bestimmen, ob z. B. Raps, Roggen oder Weizen

*) A. Vogel, Ueber die Entwickelung der Agrikulturchemie, Festrede, München 1869. S. 12.

auf Klee, ob Hafer oder Gerste, Weizen oder Roggen auf Rüben u. s. w. folgt, und das ist es, was der im landwirthschaftlichen Sinne zweckmäßigen Folge der Früchte vollständig den naturgesetzlichen Charakter nimmt. Wenn nun der Kalkül in den weitaus meisten Fällen ergiebt, daß es vortheilhaft ist, Pflanzen verschiedener Art mit einander wechseln zu lassen, so hat dies — abgesehen von der Erschöpfung einzelner Bodenschichten und von anderen Verhältnissen — seinen Grund hauptsächlich in der eigenthümlichen, ungleichartigen physikalischen Beschaffenheit, in der die verschiedenen Kulturpflanzen den Boden nach ihrer Aberntung zurücklassen, und den ungleichen Ansprüchen der einzelnen Pflanzenarten in Bezug auf den Grad und die Tiefe der Lockerung des Ackers. Die sich hier bietenden Vortheile wird der rechnende Landwirth benutzen, er wird also Gerste, die um das Maximum des Ertrags zu geben einen tiefgelockerten Boden verlangt, auf Hackfrucht folgen lassen, dem Wintergetreide dagegen einen Platz anweisen, wo es „gesetzten" Boden findet, der ihm, wie wir aus Erfahrung wissen, am besten zusagt. Er wird aber auch Gerste bei minder günstiger Vorfrucht mit gleich gutem Erfolg bauen können, wenn er durch angemessene Bearbeitung und vermehrte Düngung ergänzt, was die Vorfrucht zu wünschen übrig ließ. Ob es im einzelnen Falle zweckmäßig ist, so zu verfahren, also unter Verwendung vermehrter Productionskosten gegen die Regeln des Fruchtwechsels zu handeln, ist eben Sache des Kalküls, und je entwickelter die Betriebsverhältnisse sind, um so mehr werden die wechselnden Handelsconjuncturen bestimmend sein für die Dispositionen des Landwirthes bezüglich des Anbauverhältnisses und der Folge der von ihm kultivirten Pflanzen. — Linde glaubt ferner (a. a. O. S. 62), die naturgesetzliche Bestimmung des landwirthschaftlichen Pflanzenwechsels bestehe darin, unterdrückte Pflanzen vor gänzlicher Unterdrückung und den Boden vor einseitiger Erschöpfung zu bewahren. Wir haben aber gesehen, daß bei der natürlichen Vegetation die lokale Unterdrückung gewisser Pflanzen durch andere, begünstigtere eine nothwendige Folge der Veränderung gewisser zum Theil noch nicht genau studirter Verhältnisse ist. Während also dort die Unterdrückung gewisser Pflanzen eine Konsequenz des Pflanzenwechsels ist, soll hier der Pflanzenwechsel die völlige Unterdrückung unterdrückter Pflanzen verhüten. Die Frage, welches sind die durch Nichtbeobachtung des Fruchtwechsels unterdrückten Pflanzen, drängt sich hier unwillkürlich auf, eine Frage, deren Beantwortung Linde selbst nicht versucht hat. Wie wenig zutreffend die Ausführung

Lindes ist, zeigt die Einfelderwirthschaft mancher Oertlichkeiten mit sandigem Boden, bei der kein Pflanzenwechsel stattfindet und der Roggen doch dauernd recht gut gedeiht.*)

Es ist richtig, daß der ununterbrochene, fortgesetzte Anbau einer einzigen Frucht die einseitige Verarmung derjenigen Bodenschicht, der die betreffende Pflanze vorzüglich ihre Nahrung entnimmt, herbeiführt; aber ebenso unbedingt muß zugegeben werden, daß gerade der Fruchtwechsel dasjenige Mittel ist, durch welches wir die totale Verarmung des Bodens herbeiführen können, unter der Voraussetzung natürlich, daß kein Ersatz durch Düngung stattfindet. So säet der amerikanische Farmer, der Raubbauer par excellence, Mais, wenn die Erträge des Weizenbaues anfangen zu sinken,**) und der Landwirth in den armen Gegenden Deutschlands raubt durch den Bau der Lupine, der wahren Hungerpflanze, wie sie Liebig so treffend nennt, dem Untergrund seiner erschöpften Ackerkrume die geringe Menge der noch disponiblen Nährstoffe.***)

Bei solchem Sachverhalt kann man darüber nicht im Zweifel sein, daß der Fruchtwechsel — eine Maßnahme, die wie keine andere geeignet ist, den Boden total zu erschöpfen — nicht die naturgesetzliche Bestimmung haben kann, denselben vor einseitiger Erschöpfung zu schützen. Wir kommen somit zu dem Ergebniß, daß der Fruchtwechsel, der Pflanzenwechsel im landwirthschaftlichen Sinne, lediglich eine in vielen Fällen zweckmäßig anzuwendende Maßnahme zur Erzielung möglichst hoher Erträge ist; es kann

---

*) Landwirthschaftliche Jahrbücher 1873 Suppl. Verhandlungen der XX. Sitzungsperiode des Königl. Landesökonomiecolleg. S. 293. „(Aus Hannover schreibt man . . . .) in der Ortschaft Leeste des benachbarten Amts Syke giebt es Wirthschaften, welche sogar seit 100 Jahren Roggen auf Roggen folgen lassen."

Möglinsche Annalen der Landwirthschaft 1820. I. Suppl. Bd. 185. u. f. Die trentische Roggenwirthschaft von Freiherrn von Bönnighausen. „Ich gebe dieser Wirthschaft den Namen Roggenwirthschaft, weil ich keinen passenderen kenne. Sie hat, meines Wissens, mit anderen Wirthschaften in der Hauptsache nichts gemein, denn sie beobachtet fast gar keine Abwechselung in ihrer Feldbestellung, sondern baut ohne Dreisch und Brache alle Jahre Roggen auf dem sich einigermaßen dazu eignenden Boden u. s. w." (Namentlich die Ortschaften Tübbergen, Vleringen, Albergen.)

**) Landwirthschaftliche Jahrbücher 1881, X. Bd. S. 224.

***) Die Verarmung des Untergrunds infolge des Anbaus der Lupine constatirt z. B. für einige Gegenden des Reg.-Bezirks Münster König, Landw. Verkehrsblatt I. Jahrgang 1881, N. 12. S. 94, 95.

ihm ein naturgesetzlicher Charakter wie dem Pflanzenwechsel der wildwachsenden Vegetation nicht beigelegt werden.

Somit sind alle Gründe Linde's gegen Liebig's Lehre von der Erschöpfung und vom Ersatz ebensowenig stichhaltig, wie seine Ausführungen über die Ursache der Kleemüdigkeit.

VI.

Das Resultat meiner Untersuchungen läßt sich in Folgendem kurz zusammenfassen:

Der Beweis, daß die Erscheinungen der Müdigkeit durch Organismen hervorgerufen werden, welche sich auf den abgestorbenen Wurzeln und auf den untergebrachten Stoppelrückständen im Boden entwickeln, ist bisher noch in keinem Falle geliefert worden.

Insbesondere ist die Annahme Linde's, daß Pleospora herbarum die Kleemüdigkeit veranlassen könne, vollständig irrig.

Die Abnahme der Kleeerträge auf früher kleesicheren Aeckern kann bedingt sein durch das Auftreten pflanzlicher Parasiten (Peziza ciborioides) oder thierischer Feinde (Tylenchus devastatrix und T. Havensteinii). In beiden Fällen kann von eigentlicher Kleemüdigkeit des Bodens nicht gesprochen werden, weil dieser an sich die Fähigkeit Klee zu tragen nicht verloren hat.

Beide Ursachen der Mindererträge des Klees waren auf den Wingendorfer Feldern nicht vorhanden.

Die daselbst vorkommenden Blattpilze (Phacidium Trifolii) fanden sich in gleicher Ausbreitung auch auf benachbarten kleesicheren Aeckern.

Die Aufstellung der Species Phacidium Trifolii (Bernh.) Boud. ist nicht gerechtfertigt. Das auf den verschiedenen Kleearten und auf Trifolium pratense auftretende Phacidium ist nur eine Form des Phacidium Medicaginis; es muß dieser Parasit daher als Phacidium Medicaginis form. Trifolii bezeichnet werden.

Die Kleemüdigkeit der Wingendorfer Felder ist lediglich verursacht durch die Verminderung des Kaligehaltes im

Boden, insbesondere durch einen zu geringen Gehalt an löslichem Kali im Untergrunde.

Liebig's Lehre von der Ursache der Kleemüdigkeit findet hier die eclatanteste Bestätigung.

Seine Mahnung zum rechtzeitigen Ersatz der ausgeführten Bodenbestandtheile erweist sich auch in dem vorliegenden Falle als eine wohlbegründete.

Halle, den 29. November 1881.

Analytische Belege.

	Wingendorfer kleemüder Boden						Bräunsdorfer kleesicherer Boden		
	A.			B.					
	Krume	Untergrund		Krume	Untergrund		Krume	Untergrund	
	1—15 cm	30—60 cm	60—120 cm	1—15 cm	30—60 cm	60—90 cm	1—15 cm	30—60 cm	60—120 cm
Zur Wasser- und Glühverlust-Bestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden	3,6498	3,4278	4,1928	3,8800	3,9500	4,0500	3,9670	3,8961	4,3938
Gefunden g trockener Boden (bei 100—110° C.)	3,5978	3,3675	4,1251	3,8219	3,9022	4,0033	3,9136	3,8448	4,3333
Entspricht g hygrosk. Wasser	0,0520	0,0603	0,0677	0,0581	0,0478	0,0467	0,0534	0,0513	0,0635
Entspricht % Wasser des lufttrocknen Bodens	1,425	1,759	1,615	1,497	1,210	1,153	1,346	1,317	1,444
Gefunden g geglühter Boden	3,4030	3,2704	4,0111	3,5812	3,7891	3,8200	3,6019	3,7152	4,1656
Entspricht % Gesammt-Glühverlust des lufttrocknen Bodens	6,762	4,592	4,334	7,701	4,073	5,679	9,203	4,826	5,260
Entspricht % Glühverlust nach Abzug des Wassers	5,337	2,833	2,719	6,204	2,863	4,526	7,857	7,509	3,816
Zur Humusbestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden	5,2801	5,5675	5,1947	5,0000	6,5857	6,6342	3,8858	6,1545	5,1189
Gefunden g CO^2	0,2321	0,0601	0,0199	0,2025	0,0362	0,0204	0,3047	0,0621	0,0161
Entspricht % CO^2	4,3958	1,0795	0,3831	4,05	0,5498	0,3075	7,8414	1,0090	0,3145
Entspricht % C	1,1987	0,2944	0,1045	1,1044	0,1499	0,0839	2,1388	0,2752	0,0858
Entspricht % Humus ($C \times 1{,}724 = H.$)	2,0666	0,5070	0,1802	1,9040	0,2584	0,1446	3,6864	0,4744	0,1479
Zur Stickstoffbestimmung.									
25 ccm Norm. H^2SO^4 = 98,8 ccm Norm. Baryt-Wasser.									
1 ccm Norm. Barytwasser = 0,002498 g N.									
Angewandt g lufttrockner Boden	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Zum Zurücktitriren der 25 ccm Norm. H^2SO^4 erford. ccm Norm Barytwasser	88,3	97,8	97,4	86,0	98,6	97,5	85,6	98,6	98,3
Entspricht % Gesammt-N. des lufttrocknen Bodens	0,1310	0,0125	0,0175	0,1599	0,0025	0,0162	0,1649	0,0025	0,0062

	Wingendorfer kleemüder Boden						Bräunsdorfer kleesicherer Boden		
	A.			B.					
	Krume	Untergrund		Krume	Untergrund		Krume	Untergrund	
	1—15 cm	30—60 cm	60—120 cm	1—15 cm	30—60 cm	60—90 cm	1—15 cm	30—60 cm	60—120 cm
Zur Analyse des Salzsäure-Extracts.									
Schwefelsäurebestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden . . .	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
Erhalten g $BaSO^4$	0,0581	0,0321	0,0370	0,0581	0,0291	0,0431	0,0601	0,0531	0,0281
Entspricht % $BaSO^4$	0,129	0,071	0,082	0,129	0,065	0,096	0,133	0,119	0,062
Entspricht % SO^3	0,044	0,024	0,028	0,044	0,022	0,033	0,046	0,041	0,021
Phosphorsäurebestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden . . .	30,000	30,000	30 000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Erhalten g $Mg^2 P^2 O^7$	0,0553	0,0111	0,0225	0,0349	0,0035	0,0223	0,0610	0,0041	0,0215
Daraus berechnet g P^2O^5	0,0354	0,0071	0,0144	0,0223	0,0022	0,0143	0,3904	0,0026	0,0138
Entspricht % P^2O^5	0,118	0,024	0 048	0,075	0,007	0,048	0,130	0,009	0,046
Kalibestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden . . .	15,000	45 000	15,000	30,000	45,000	15,000	30,000	30,000	45,000
Erhalten g Kaliumplatinchlorid . . .	0,1669	0,5456	0,2282	0,3236	0,5475	0,4657	0,4840	0,4962	2,3749
Entspricht % Kaliumplatinchlorid . . .	1,112	1,212	1,521	1,078	1,217	3,105	1,613	1,654	5,278
Entspricht % K^2O	0,215	0,234	0,294	0,208	0,235	0,599	0,311	0,318	1,019
Kalkbestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden . . .	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Erhalten g CaO	0,0154	0,0066	0,0214	0,0272	0,0052	0,0146	0,0176	0,0052	0,0082
Entspricht % CaO	0,103	0,044	0,143	0,181	0,035	0,097	0,117	0,035	0,055

	Wingendorfer kleemüder Boden						Bräunsdorfer kleesicherer Boden		
	A.			B.					
	Krume	Untergrund		Krume	Untergrund		Krume	Untergrund	
	1—15 cm	30—60 cm	60—120 cm	1—15 cm	30—60 cm	60—90 cm	1—15 cm	30—60 cm	60—120 cm
Eisenoxyd, Thonerde, Phosphorsäure.									
Angewandt g lufttrockner Boden	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500
Erhalten g Eisenoxyd, Thonerde, Phosphorsäure	0,5289	0,5890	0,5530	0,5742	0,6570	0,9180	0,7150	0,6312	0,8831
Entspricht % Eisenoxyd, Thonerde, Phosphorsäure	7,052	7,853	7,373	7,656	8,760	12,240	9,533	8,416	11,775
Zur Analyse des Wasserauszugs.									
Phosphorsäurebestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Erhalten g $Mg^2P^2O^7$	0,0038	0,0021	Spur	0,0046	0,0008	Spur	0,0045	0,0016	Spur
Daraus berechnet g P^2O^5	0,0024	0,0013	—	0,0029	0,0005	—	0,0029	0,0010	—
Ergiebt in 100 000 g lufttrocknen Boden g P^2O^5	0,2432	0,1341	—	0,2944	0,0512	—	0,2880	0,1024	—
Schwefelsäurebestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Erhalten g $BaSO^4$	0,2047	0,5863	0,1974	0,2253	0,4765	0,2236	0,2269	0,4271	0,2112
Daraus berechnet g SO^3	0,0702	0,2011	0,0677	0,0773	0,1634	0,0767	0,0778	0,1465	0,0724
Ergiebt in 100 000 g lufttrocknen Boden g SO^3	7,0212	20,1101	6,7708	7,7278	16,3440	7,6695	7,7827	14,6495	7,2442
Kalibestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Erhalten g Kaliumplatinchlorid	0,0566	0,0923	0,0666	0,0569	0,0633	0,0607	0,1144	0,2093	0,0748
Daraus berechnet g K^2O	0,0109	0,0178	0,0129	0,0110	0,0122	0,0117	0,0221	0,0404	0,0144
Ergiebt in 100 000 g lufttrocknen Boden g K^2O	1,0924	1,7814	1,2854	1,0982	1,2217	1,1715	2,2080	4,0395	1,1436

7

	Wingendorfer kleemüder Boden A. Krume 1—15 cm	A. Untergrund 30—60 cm	A. Untergrund 60—120 cm	B. Krume 1—15 cm	B. Untergrund 30—60 cm	B. Untergrund 60—90 cm	Bräunsdorfer kleesicherer Boden Krume 1—15 cm	Untergrund 30—60 cm	Untergrund 60—120 cm
Kalkbestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Erhalten g Ca O	0,1046	0,0164	0,0161	0,1305	0,0411	0,0231	0,1404	0,0664	0,0267
Ergiebt in 100 000 g lufttrocknen Boden g Ca O	10,4600	1,6400	1,6100	13,0500	4,1100	2,3100	14,0400	0,6400	2,6700
Zur Bestimmung des Gesammtrückstandes im Wasserextract.									
Angewandt g lufttrockner Boden	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0
Erhalten beim Eindampfen g Rückstand	0,1280	0,2187	0,1094	0,1294	0,2028	0,0821	0,1514	0,2001	0,0825
Ergiebt für 100 000 g Boden g Rückstand	51,20	87,48	43,76	51,76	81,12	32,84	60,56	84,04	33,00
Vom Gesammtrückstand sind verbrennlich g	0,0482	0,0995	0,0470	0,0451	0,0627	0,0269	0,0789	0,0725	0,335
Ergiebt für 100 000 Theile g	19,28	39,80	18,80	18,04	25,08	10,76	31,56	29,00	13,40
Vom Gesammtrückstand sind g feuerbeständig	0,0798	0,1192	0,0624	0,0843	0,1401	0,0552	0,0725	0,1376	0,490
Ergiebt für 100 000 Theile feuerbest. Rückstand g	31,92	47,68	24,96	33,72	56,04	22,08	29,00	55,04	19,60
Zur Chlorbestimmung.									
Angewandt g lufttrockner Boden	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Gefunden g AgCl	0,0030	0,0128	0,0090	0,0040	0,0132	0,0188	0,0020	0,0076	0,0104
Entspricht % AgCl	0,0075	0,0320	0,0225	0,0100	0,0330	0,0470	0,0050	0,0190	0,0260
Entspricht % Cl	0,0019	0,0079	0,0056	0,0025	0,0081	0,0116	0,0012	0,0047	0,0064

Druck von Johannes Päßler, Dresden, gr. Klosterg. 5.